

# **Zuverlässigkeit der visuellen Beurteilung zahnfarbener Restaurationen**

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin  
des Fachbereichs Medizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Rodekirchen, Marco  
aus Paderborn

Gießen 2004

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Poliklinik für Zahnerhaltungskunde und Präventive Zahnheilkunde

Direktor: Prof. Dr. Klimek  
des Universitätsklinikums Gießen

Gutachter: Prof. Dr. Klimek

Gutachter: PD Dr. Dr. Rödelsperger

Tag der Disputation: 15.12.2004

Für meine Eltern

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literaturübersicht</b>	<b>3</b>
2.1	Verwendung von Komposit im Seitenzahnbereich	3
2.1.1	Anwendungshäufigkeit von Komposit in der Praxis	6
2.2	Lebensdauer von Seitenzahnrestorationen aus Komposit	7
2.2.1	Klinische Untersuchungen	8
2.3	Gründe für die Erneuerung von Restaurationen im Seitenzahn- bereich	9
2.3.1	Randspalt	11
2.3.2	Füllungsrandkaries / Sekundärkaries	12
2.4	Untersuchungen zur Variabilität in der Therapieentscheidung von Zahnärzten	13
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>16</b>
3.1	Vorbereitung der zu untersuchenden Zähne	16
3.2	Visuelle Untersuchung	17
3.3	Histologische Untersuchung der Füllungsråder	19
3.3.1	Vorversuch zur Randspaltanalyse	19
3.3.2	Vorbereitung der Zähne und Herstellung der Schnitte	21
3.4	Kriterien zur Erneuerungsbedürftigkeit einer Restauration nach histologischer Untersuchung	24
3.5	Statistische Auswertung der Ergebnisse	26
3.6	Materialienliste	27

<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>29</b>
4.1	Eindeutig und schwierig zu beurteilende Restaurationen nach lichtmikroskopischer Beurteilung	29
4.2	Therapieentscheidungen und Begründungen nach visueller Beurteilung	30
4.3	Erneuerungsbedürftige Restaurationen nach histologischer Beurteilung (Goldstandard)	35
4.4	Erneuerungsbedürftige Restaurationen nach visueller Beurteilung	37
4.5	Reproduzierbarkeit	38
4.5.1	Übereinstimmung der ja / nein Entscheidungen	38
4.5.2	Übereinstimmung der Begründungen	40
4.6	Sensitivität und Spezifität	43
4.7	Validität der Entscheidungen	44
4.8	Einfluss der Beurteilbarkeit	46
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>48</b>
5.1	Untersuchungsbedingungen	48
5.2	Untersuchungskriterien	49
5.3	Untersuchung der Restaurationsränder	51
5.4	Zuverlässigkeit der Therapieentscheidungen	54
5.4.1	Interpersonelle Übereinstimmung	55
5.4.2	Intrapersonelle Übereinstimmung	56
5.4.2	Sensitivität und Spezifität	58
5.5	Klinische Bedeutung der Diagnose Randspalt	59
5.6	Problematik der Randspaltdiagnose und der Diagnose einer Sekundärkaries am Restaurationsrandsrand	60

5.7	Entscheidungsfindung	61
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>65</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>67</b>
<b>8</b>	<b>Danksagung</b>	<b>76</b>
<b>9</b>	<b>Lebenslauf</b>	<b>77</b>

## 1 Einleitung

Die Mehrzahl aller Füllungen dient heute dem Ersatz insuffizienter Restaurationen (*Frost, 2002, Mjör, 2002*). So wurde bereits schon vor über 10 Jahren in einer Umfrage ermittelt, dass 71% aller Amalgamfüllungen und 79% aller zahnfarbenen Restaurationen dem Ersatz von Füllungen dienen, die als erneuerungsbedürftig eingeschätzt werden (*Klausner et al., 1987, Mjör, 1981*). Zahnfarbene Restaurationen werden in zunehmendem Maße im Seitenzahngebiet eingesetzt. Ein Grund dafür mag die emotional geführte Diskussion um Amalgam sein. Aber auch die in den letzten Jahren verbesserten Materialeigenschaften der Komposite und die gestiegenen ästhetischen Ansprüche der Patienten haben sicherlich einen Einfluss auf diese Entwicklung. Dadurch werden Zahnärzte immer häufiger mit der Beurteilung zahnfarbener Restaurationen in Hinsicht auf ihre Erneuerungsbedürftigkeit konfrontiert. Dabei die richtige Therapieentscheidung zutreffen, d.h. eine insuffiziente Füllung auch als solche zu erkennen, ist nicht immer leicht. Allgemeine Kriterien für die Erneuerungsbedürftigkeit von Restaurationen sind Randspalten, Karies am Rand der Restauration, Unterschüsse, aber auch die Farbabweichung und schlechte anatomische Form werden als Gründe genannt (*Elderton, 1989, Elderton und Nuttal, 1983, Merrett und Elderton, 1984*). In wissenschaftlichen Untersuchungen werden Randspalten, die bis in das Dentin reichen entsprechend den Kriterien nach *Ryge (1982)* als Kriterium für Erneuerungsbedürftigkeit angesehen. In der Praxis ist die Randbeurteilung zahnfarbener Restaurationen häufig problematisch, da die Randbereiche oft verfärbt sind, was die Abgrenzung zu einer Sekundärkaries erschwert.

Zahlreiche Studien beschäftigen sich mit der Variabilität der Therapieentscheidungen zum Ersatz von Amalgamfüllungen. (*Elderton und Nuttall, 1983, Tveit und Espelid, 1992, Merrett und Elderton, 1984*). Für zahnfarbene Restaurationen hingegen liegen zu dieser Thematik nur wenige Untersuchungen vor. Dabei werden zahnärztliche Komposite seit mehreren Jahren routinemäßig in der Praxis als restauratives Material im Seitenzahngebiet eingesetzt und auch erneuert (*Ernst et al., 2001*). Daher war es das Ziel dieser Studie,

die Zuverlässigkeit der Therapieentscheidungen bei der Einschätzung der Erneuerungsbedürftigkeit zahnfarbener Restaurationen im Seitenzahnggebiet und die Übereinstimmung der Entscheidungen mit dem histologischen Befund (Goldstandard), d.h. die Validität der Entscheidungen, zu untersuchen. Zusätzlich sollte untersucht werden, ob es einen Einfluss der Tätigkeit in einer Universitätszahnklinik oder in einer Praxis auf die Therapieentscheidungen gibt.



## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Verwendung von Komposit im Seitenzahnbereich

Zahnfarbene Restaurationen werden in zunehmendem Maße im Seitenzahngebiet eingesetzt. Als Gründe hierfür sind nicht nur die seit Anfang der 90er Jahre emotional geführten Diskussionen um Amalgam, sondern auch die in den letzten Jahren verbesserten Materialeigenschaften und die gestiegenen ästhetischen Ansprüche der Patienten zu nennen.

Als Alternative insbesondere für Amalgamfüllungen werden die Hybridkomposite verstärkt im Seitenzahngebiet eingesetzt (*Hickel, 1997, Roulet, 1994*). Für ihre klinische Anwendung sprechen ihre akzeptable Biokompatibilität und ihr schmelzähnlicher Verschleiß. Ein Nachteil ist die Polymerisationsschrumpfung (*Downer, 1999, Keller et al., 1990, Krejci et al., 1991, Krejci et al., 1995, Leinfelder, 1995, Schmalz, 1998, Stähle, 1997, Wichmann, 1996*).

Die Polymerisationsschrumpfung beeinflusst entscheidend die Randqualität der plastischen Kompositfüllungen. Moderne Kompositmaterialien besitzen eine Polymerisationsschrumpfung zwischen 1,7 und 6 Volumenprozent. Während der Polymerisation entstehen dadurch bedingt im Material Spannungen, gleichzeitig kann es zur Randspaltbildung im Bereich des Kavitätenrandes kommen. Die Spannungen können zu Rissen entlang der Füllkörperoberfläche und damit zum Verlust der Füllkörper führen. Dies bedeutet neben der Gefahr einer Randspaltbildung einen zusätzlich erhöhten Verschleiß des Füllungswerkstoffes.

Um die Polymerisationsschrumpfung zu minimieren sind verschiedene beeinflussende Faktoren (wie z.B. die Art der Lichteinwirkung, die Haftung und die Kavitätenform) untersucht und durch neue Aushärtverfahren (wie z.B. spezifische Polymerisationsverfahren, „Soft-Start-Polymerisation“), bestimmte Füllungstechniken (z.B. Schichttechnik, dreiseitige Umhärtechnik) und spezielle Hilfsmittel (z.B. Lichtkeile, transparente Matrizen) verbessert worden (*Lovell et al., 1999, Lutz et al., 1992, Mehl et al., 1997*). Neue sowie modifizierte Materialien (Feinpartikel-Hybridkomposite) und unterschiedliche Vorgehenswei-

sen wurden in verschiedenen kurz- bis mittelfristigen Studien untersucht und ihre Eignung u.a. am Prozentsatz der verbliebenen Restaurationen, an der kumulativen Überlebens- oder Verlustrate gemessen (*Downer, et al.*, 1999, *Krejci et al.*, 1987, *Krejci, et al.*, 1991, *Scheibenbogen et al.*, 1997). Die modernen Feinpartikel-Hybridkomposite weisen physikalische Eigenschaften (einschließlich Abrasionsfestigkeit) auf, die denen von Amalgam entsprechen: Druckfestigkeit 280-480 MPA, Biegefestigkeit 100-145 MPA, Vickershärte 70-130 kg/mm<sup>2</sup> (*Hickel*, 1997, *Willems et al.*, 1993).

Auf dieser Basis wurde die Verwendung von zahnfarbenen adhäsiven Kompositmaterialien auch im mechanisch höher beanspruchten Seitenzahngebiet als praxisreif eingestuft. Dennoch sind Mißerfolge zu verzeichnen, die auf eine falsche Indikationsstellung, behandlingstechnische Fehler und auf eine fehlerhafte Handhabung der Haftvermittler (*Häfer und Merte*, 2001) zurückzuführen sind.

Unter werkstoffkundlichen Gesichtspunkten ist die Restauration von Klasse-I- und Klasse-II- Kavitäten mit einem Feinpartikel-Hybridkomposit gerechtfertigt. Ein Nachteil ist allerdings nach wie vor die schwierige klinische Verarbeitung, speziell in tiefen approximalen Bereichen. Probleme bereiten zudem die richtige Gestaltung des approximalen Kontaktpunktes und die Erzielung einer guten zervikalen Randdichte bei Kavitäten, die an der Schmelz-Zementgrenze oder apikal davon enden. Durch die Verwendung eines Dentinadhäsives kann die marginale Adaptation in diesem Bereich deutlich verbessert werden, insbesondere bei Rändern, die knapp koronal des Zahnhalbes oder direkt an der Schmelz-Zementgrenze liegen. Bei Rändern auf der Wurzeloberfläche ist auch bei Verwendung eines modernen Dentinadhäsives die Randdichte unzureichend, vermutlich aufgrund des ungünstigen bzw. oft unregelmäßigen Verlaufes der zervikalen Dentintubuli (*Cagdiaco et al.*, 1997, *Schuckar und Geurtsen*, 1997).

In einer prospektiven klinischen Studie mit sechs verschiedenen Kompositen konnte eine Fünf-Jahres Überlebensrate von 85% festgestellt werden (*Rasmussen und Lundin*, 1995). Die retrospektive Analyse von 1209 in einer Pra-

xis gelegten Klasse-I- und –II-Kompositrestaurationen zeigte eine Überlebensrate von 87% nach vier Jahren, die 50%-Überlebensdauer wurde mit annähernd neun Jahren berechnet (*Geurtsen und Schoeler, 1997*). Ferner ergab eine Meta-Analyse von 16 Langzeitstudien eine Überlebensrate von 84% nach fünf Jahren (Tab. 1). Diese Ergebnisse sind mit denen für Klasse-II-Amalgamfüllungen vergleichbar (*Nowak et al., 1984*). Feinpartikel-Hybridkomposite können im Seitenzahngebiet alternativ zu Amalgam eingesetzt werden.

Tab. 1: Überlebensrate von Klasse I und II Kompositrestaurationen in % nach 4, 5 und 9 Jahren Liegedauer.

Autoren	Überlebensrate in %		
	nach 4 Jahren	nach 5 Jahren	nach 9 Jahren
Rasmussen und Lundin, 1995		85 %	
Geurtsen und Schoeler, 1997	87 %	84 %	50 %

Gute Langzeitergebnisse lassen sich dann erreichen, wenn alle materialspezifischen Anforderungen (Trockenlegung/Kofferdam, SÄT, Schichttechnik, evtl. Dentinadhäsiv usw.) erfüllt werden (*Varpio, 1985*). Dies unterstreicht eine in-vivo-Studie. *Varpio et al. (1990)* stellten an exfoliierten Milchmolaren mit durchschnittlich drei Jahre alten Klasse-II-Kompositfüllungen fest, dass nur 25% davon approximal-zervikal dicht waren. Die restlichen 75% der Restaurationen zeigten beträchtliche Randspalten mit mikrobieller Besiedelung. Die Pulpen dieser Zähne waren entzündet (*Varpio et al., 1990*).

Bei großen, okklusionsbelasteten Füllungen oder bei Patienten mit einem hohen Kariesrisiko und/oder schlechter Mundhygiene sollte von einer Klasse-II-Kunststofffüllung abgesehen werden (*Vanherle et al., 1989*). Experimentel-

le und klinische Untersuchungen ergaben ferner, dass plastische Kompositfüllungen nicht zur Stabilisierung geschwächter, frakturgefährdeter Zähne geeignet sind (*Joynt et al.*, 1987).

### **2.1.1 Anwendungshäufigkeit von Komposit in der Praxis**

Das Spektrum der zahnärztlichen Restaurationsmaterialien hat sich in den letzten 30 Jahren erheblich gewandelt und erweitert. Aufgrund zahlreicher Diskussionen um angebliche gesundheitliche Bedenken bei der Verwendung von Amalgam als restauratives Material sowie zunehmender ästhetischer Wünsche vieler Patienten zu zahnfarbenen Restaurationen resultierten in den letzten Jahrzehnten intensive Materialforschung und Neuentwicklung von zahnärztlichen Kompositmaterialien. Aktuelle Untersuchungen zur Füllungstherapie im bleibenden Gebiß bei niedergelassenen Zahnärzten zeigten, dass zum überwiegenden Anteil zahnfarbene Füllungsmaterialien zur Anwendung kamen und diese vermehrt bei jüngeren Patienten sowie bei weiblichen Personen verwendet wurden. Eine Umfrage von *Mjör et al.* (1999) zeigte, dass Primärläsionen bei Erwachsenen in 32% mit Amalgamfüllungen, in 35% mit konventionellen Kompositen und in 31% mit Glasionomerzementen versorgt wurden (Tab. 2).

Auch *Klimek et al.* (1999) beobachteten in ihrer Untersuchung an deutschen Rekruten in den Jahren 1992 und 1996 eine Zunahme zahnfarbener Restaurationen im Seitenzahnbereich. Während 1992 fast ausschließlich Amalgamfüllungen zu finden waren, waren 1996 13,2 % der Klasse-I- und -II- Kavitäten mit zahnfarbenen Restaurationen versorgt.

*Willershausen et al.* (2001) erfassten 2001 in einer Fragebogenaktion, die an alle niedergelassenen Zahnärzte von Rheinland Pfalz gerichtet war, das Spektrum der gegenwärtigen Restaurationstherapie mit folgendem Ergebnis: zu den häufigsten Restaurationsmaterialien zählten im Erwachsenenengebiß die zahnfarbenen, direkt vom Zahnarzt zu verarbeitenden Füllungsmaterialien konventionelle Komposite (22%), stopfbare Komposite (15%) und Amal-

gam (15%), gefolgt von Gold (14%) und Kompomeren (13%). Keramik (11%) und Glasionomerzemente (10%) wurden am wenigsten verwendet (Tab.2). Allgemein fanden die konventionellen Komposite in den Klassen I und II die häufigste Anwendung.

*Tab. 2: Anwendungshäufigkeit von Komposit als Restaurationsmaterial im Vergleich zu Amalgam, Glasionomerzement und Kompomer in %.*

Autoren	Komposit	Amalgam	Glasionomerzement	Kompomer
Mjör et al., 1999	35 %	32 %	31 %	
Willershausen et al., 2001	konventionelle Komposite 22 %  stopfbare Komposite 15 %	15 %	10 %	13 %

## 2.2 Lebensdauer von Seitenzahnrestorationen aus Komposit

Eine wesentliche Aussage über die Güte eines Verfahrens oder Materials kann durch die Mißerfolgsquote oder Lebensdauer einer Restauration gemacht werden. Es ist schwierig, verallgemeinernde Schlüsse aus klinisch kontrollierten Studien zu ziehen. Klinisch kontrollierte Studien werden häufig unter sehr spezifischen Bedingungen, in der Regel an Universitäten, durchgeführt. Hier besteht die Möglichkeit mit Hilfe unbeschränkter Mittel und bei uneingeschränkter Zeit bestmögliche Restaurationen herzustellen. Häufig erfolgen die Studien an einem selektionierten Patientengut (Studierende der Zahnmedizin oder Patienten, die an einem Recallsystem mit periodisch erfolgreicher professioneller Zahnreinigung und individualprophylaktischer Betreuung teilnehmen). Dabei beeinflusst neben einer einwandfreien Anwendung von Adhäsiv-Bonding-Systemen und Verwendung von Komposit auch das

Mundhygieneniveau und das Angebot an Individualprophylaxe entscheidend das Auftreten von Sekundärkaries und somit den Mißerfolg einer Restauration (Goldberg *et al.*, 1981).

### 2.2.1 Klinische Untersuchungen

Betrachtet man die Überlebensrate von Seitenzahnkompositfüllungen aus Studien aus den Jahren 1984, 1998, 1991, 1992 und 1994, so ist festzustellen, dass sich Kompositfüllungen, sofern sie unter idealen Bedingungen gelegt wurden, bezüglich der jährlichen Mißerfolgsquote nicht von Amalgamfüllungen unterscheiden lassen (Roulet, 1994). Abgesehen von einem Bericht von Leinfelder (1991) liegen die jährlichen Mißerfolgsquoten zwischen 1,0 % und 6,6 % (Tab. 3). Dabei umfasste der längste Beobachtungszeitraum 8 Jahre. Rückblickend auf die letzten 10 Jahre fassten Hickel *et al.* (2001) klinische Studien zusammen, die sich mit der Überlebensrate von Kompositfüllungen im Seitenzahnggebiet beschäftigten. Die jährliche Mißerfolgsquote lag zwischen 0 % und 9 %. Im Vergleich dazu lag sie bei Amalgamfüllungen zwischen 0 % und 7 % und für Glasionomerzementfüllungen zwischen 1,9 % und 14,4 %.

Tab. 3: Jährliche Mißerfolgsquote von Kompositrestaurationen im Seitenzahnggebiet in %.

Autoren	Untersuchungszeitraum in Jahren	jährliche Mißerfolgsquote
Roulet, 1994	8	1,0 % - 6,6 %
Hickel et al., 2001	10	0 % - 9 %
Baratieri et al., 2001	4	0 %

*Baratieri et al.* (2001) untersuchten Seitenzahnfüllungen aus Komposit nach 4 Jahren. Die Mißerfolgsrate lag bei 0 %. Auch hier wurde für diese hohe Erfolgsquote die kontrollierten klinischen Umstände beim Legen der Füllungen verantwortlich gemacht und betont, dass der Erfolg einer Seitenzahnfüllung entscheidend von einem korrekten Vorgehen beim Legen der Füllung und einer korrekten Verarbeitung der verwendeten Materialien abhängt.

*Gaengler et al.* (2001) untersuchten die Qualität von ein- und mehrflächigen Kompositfüllungen im Seitenzahnbereich über 10 Jahre. Von ursprünglich 194 Hybridkompositfüllungen konnten nach 10 Jahren immerhin noch 46 Füllungen begutachtet werden, wobei 16 andere Füllungen vor Ablauf dieser Zeit erneuert werden mussten. Die Untersucher beobachteten, dass nur Klasse-II-Füllungen Sekundärkaries aufwiesen. Nach 10 Jahren hatten 44 Füllungen eine korrekte anatomische Form, wobei jedoch alle Füllungen eine rauhe Oberfläche zeigten. 26 Füllungen - und damit die Mehrzahl der Füllungen - wiesen keine Randverfärbung auf. Innerhalb des ersten Untersuchungsjahres war die Randqualität der Füllungen optimal, während sie innerhalb des zweiten Jahres kontinuierlich schlechter wurde und diesen Zustand bis zum Ende der Studie hielt. 13 Füllungen hatten jedoch auch noch nach 10 Jahren einen optimalen Füllungsrand. Auch in dieser Untersuchung wird darauf hingewiesen, dass für den Langzeiterfolg einer Kompositfüllung im Seitenzahnbereich ein einwandfreies klinisches Vorgehen unbedingte Voraussetzung ist.

### **2.3 Gründe für die Erneuerung von Restaurationen im Seitenzahnbereich**

Die Mehrzahl aller Füllungen dient heute dem Ersatz insuffizienter Restaurationen (*Frost, 2002, Mjör et al., 2002*). Dabei ist der am häufigsten angegebene Grund für den Austausch einer Füllung eine Karies am Füllungsrand (Sekundärkaries) (*Kidd et al., 1992, Friedl, K.H. et al., 1995, Mjör et al.,*

2002). Tabelle 4 gibt eine kurze Übersicht über die am häufigsten genannten Gründe von Zahnärzten für die Erneuerung einer Füllung.

*Tab. 4: Übersicht über die am häufigsten genannten Gründe von Zahnärzten für die Erneuerung einer Füllung.*

Autor	Gründe für Erneuerung einer Füllung
Qvist, V. et al., 1986	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sekundärkaries</li> <li>- Füllungsverlust</li> <li>- marginale Imperfektionen</li> </ul>
Qvist, V. et al., 1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sekundärkaries</li> <li>- Füllungsverlust</li> <li>- marginale Imperfektionen</li> <li>- Verfärbungen</li> <li>- Füllungsfraktur</li> <li>- Randverfärbung</li> </ul>
Hickel, R. et al., 2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sekundärkaries</li> <li>- marginale Imperfektionen</li> <li>- Füllungsfrakturen</li> <li>- Verschleiß</li> </ul>

Neben klinisch meist offensichtlichen Gründen für die Erneuerung einer Füllung, wie z.B. ein Füllungsteilverlust oder eine Füllungsfraktur, ist die klinische Relevanz einer Randverfärbung, eines Durchscheinens von verfärbten Dentin durch intakten Schmelz neben der Restauration oder eines makroskopisch sichtbaren Spaltes zwischen Füllung und Zahnhartsubstanz nicht eindeutig, obwohl sich gezeigt hat, dass gerade auch diese Gründe Zahnärzte zum Austausch von Füllungen bewegen (Qvist et al., 1990).



Die eindeutige Diagnose einer Sekundärkaries kann nur dann gestellt werden, wenn eine offene kariöse Läsion am Füllungsrand vorliegt (*Kidd und Beighton*, 1996). Ein nicht kariesbedingter Defekt am Füllungsrand muss kein Grund für die Erneuerung einer Füllung sein, denn solange die Oberfläche für eine Zahnbürste zugänglich ist, kann eine Plaquekontrolle allein die Entstehung einer Karies verhindern (*Nyvad und Fejerskov*, 1986, *Carvalho et al.*, 1991).

*Ryge* (1981) hat versucht, klinische Qualitätskriterien für die Beurteilung von Restaurationsmaterialien aufzustellen. Dazu systematisierte er die klinische Beurteilung von Restaurationsmaterialien, indem eine Reihe von Fragen gestellt werden, die jeweils mit ja oder nein beantwortet werden können. Dieses System sollte die Voraussetzung für Entscheidungen über Randschluß, Restauration und Erhaltung der anatomischen Form und Schutz gegen Sekundärkaries bieten. Mit Hilfe dieser Kriterien wurden Restaurationen in 4 Kategorien eingeteilt:

1. Restaurationen, die als ausgezeichnet bewertet werden
2. Restaurationen mit geringen Abweichungen vom Ideal, die dennoch akzeptabel sind
3. Restaurationen, die aus präventiven Gründen ersetzt werden sollten, um die Möglichkeit künftiger Schäden auszuschließen
4. Restaurationen, die einen unverzüglichen Ersatz erfordern.

### **2.3.1 Randspalt**

Entsprechend den Kriterien nach *Ryge* (1981) gilt ein Füllungsrandspalt, der bis in das Dentin reicht als Kriterium für die Erneuerungsbedürftigkeit einer Restauration.

Ein Randspalt ist jedoch kein eindeutiger Hinweis auf bzw. die unbedingte Voraussetzung für das Vorliegen einer Sekundärkaries. So konnten *Kidd und Beighton* (1996) in einer klinischen Studie keinen Zusammenhang zwischen

dem Vorliegen eines Randspaltes und einer Infektion des Dentins unter dem Füllungsrand feststellen. Randspalten können jedoch unter bestimmten Bedingungen ein Mikrobiotop mit Relevanz für die Genese einer Sekundärkaries darstellen (*Buchmann et al.*, 1992). Spalträume zwischen Füllungsmaterialien und Zahnhartsubstanzen können von Mikroorganismen besiedelt werden. Zu den Voraussetzungen für diesen Penetrationsvorgang gehören neben dem infolge mangelhafter Werkstoffeigenschaften der Füllungsmaterialien und funktionellen Einflüssen während der Liegedauer im oralen Milieu entstehenden Füllungsrandspalt die Adhärenz von Mikroorganismen an und in diesem Bereich. Der Nachweis mikrobieller Akkumulation unterschiedlichen Ausmaßes im Füllungsrandspalt spricht für dessen Bedeutung als mikrobiologische Nische (*Buchmann et al.*, 1990, *Klimm und Buchmann*, 1990). *Buchmann et al.* (1992) vermuten, dass zwischen mikrobieller Adhärenz / Penetration und Qualität des Füllungsrandschlusses Zusammenhänge existieren. Eine Plaque kann zur nachfolgenden Penetration von Mikroorganismen in das Pulpa-Dentin-System sowie zur Etablierung einer Sekundärkaries führen.

### **2.3.2 Füllungsrandkaries / Sekundärkaries**

Im Gegensatz zur Diagnose einer Primärkaries gibt es nur wenig Literatur, die sich mit der Diagnose einer Sekundärkaries beschäftigt. Dabei ist die Diagnose einer Sekundärkaries von großer Bedeutung, da viele Füllungen oftmals erneuert werden, weil die Zahnärzte eine neue Karies vermuten. Eindeutige Kriterien für die sichere Diagnose einer Sekundärkaries sind wünschenswert. Im Grunde ist der einzige klinische Unterschied zwischen einer Sekundärkaries und einer Primärkaries, dass die Sekundärkaries in unmittelbarer Nachbarschaft zu einer Füllung liegt (*Kidd*, 2001). Ansonsten weisen - wie auch bei einer Primärkaries - eine Kavitation, eine opake Verfärbung oder eine deutlich unterminierend durchschimmernde Verfärbung auf Sekundärkaries hin. Dennoch ist sie oftmals schwieriger zu diagnostizieren. Histo-

logische Untersuchungen (*Hals und Kvinnsland*, 1974) beschreiben, dass die Sekundärkaries in zwei Läsionen unterteilt werden kann: in eine äußere Läsion, die sich auf der Zahnoberfläche in unmittelbarer Nachbarschaft zur Füllung befindet und in eine Wandläsion, die sich wahrscheinlich dann bildet, wenn zwischen Füllung und Zahnhartsubstanz ein Spalt ist. Während die äußere Läsion relativ einfach zu diagnostizieren ist (ähnlich wie eine Primärkaries) bereitet die klinische Manifestation der Wandläsion Schwierigkeiten. Es gibt keine klinisch eindeutigen Kriterien, die eine sichere Diagnose zulassen (*Kidd und Beighton*, 1996). Ein klinisch sichtbarer Randspalt bzw. eine Verfärbung kann lediglich ein Hinweis auf die Entstehung einer Sekundärkaries sein, sagt jedoch nicht aus, dass bereits eine Wandläsion entstanden ist.

## **2.4 Untersuchungen zur Variabilität in der Therapieentscheidung von Zahnärzten**

Zwischen verschiedenen Zahnärzten bestehen große Unterschiede hinsichtlich ihrer klinischen Diagnostik und ihren daraus resultierenden Therapieentscheidungen. Dabei variieren auch die Entscheidungen von Zahnärzten bei der Beurteilung von Füllungen in Hinsicht auf ihre Erneuerungsbedürftigkeit. Dies bestätigten mehrere Untersuchungen.

Bereits vor fast 20 Jahren wurden in einer klinischen Untersuchung 18 Probanden von 7 niedergelassenen Zahnärzten und 8 Mitarbeitern einer Klinik untersucht. Die Anzahl der zu versorgenden Zahnflächen variierte zwischen 20 und 153 (*Elderton und Nuttall*, 1983). Nur zwei Zahnflächen wurden von allen beteiligten Zahnärzten übereinstimmend als behandlungsbedürftig angegeben. 10,7% aller Therapieentscheidungen wurden von jeweils nur einem Zahnarzt getroffen. Im Mittel stimmten nur 4 von 10 Entscheidungen zweier Zahnärzte überein. In der Tendenz zeigten die Entscheidungen der niedergelassenen Zahnärzte größere Übereinstimmung als die der in der Klinik Tätigen.

In einer in-vitro-Studie von *Tveit und Espelid* (1992) untersuchten 15 Zahnärzte 77 Klasse-II-Amalgamfüllungen in Hinsicht auf ihre Erneuerungsbedürftigkeit. Die Anzahl der zu erneuernden Füllungen variierte hier zwischen 27 und 49.

In einer in-vitro-Studie wurden 228 Restaurationen von 9 Zahnärzten hinsichtlich der Entscheidung über die Erneuerungsbedürftigkeit von Füllungen (Amalgamfüllungen und zahnfarbene Füllungen) untersucht (*Merrett und Elderton*, 1984). Die Anzahl der zu ersetzenden Restaurationen schwankte zwischen 28 und 119. Selbst die Anzahl der als kariös diagnostizierten Zähne variierte zwischen 11 und 57.

*Noack und Treige* untersuchten 1994 den Therapieentscheid von Zahnärzten mit unterschiedlicher Berufserfahrung aus Klinik und Praxis für den Ersatz zahnfarbener Frontzahnfüllungen. Auch hier schwankte die Anzahl auszu-tauschender Füllungen und lag zwischen 27 und 142 (13,5 – 71%). Weder das Berufsalter der Untersucher noch der Ort der Tätigkeit in einer Universitätsklinik oder in Praxis hatten Einfluss auf die Resultate.

Schon *Merrett und Elderton* (1984) machten den Mangel an objektiven klinischen Kriterien für die große Variabilität der Zahnärzte bei der Entscheidung zur Erneuerung von Füllungen verantwortlich. Zusätzlich spielt in ihren Augen die Berufserfahrung, das Urteilsvermögen und die Motivation des betrachtenden Zahnarztes eine große Rolle bei seiner Entscheidungsfindung.

Ähnlich machten auch *Noack und Treige* (1994) den Mangel an validen klinischen Kriterien für die Beurteilung von Restaurationen als Hauptursache für die Variabilität der Entscheidungen verantwortlich. Die bisher verfügbaren klinischen Qualitätskriterien (*Ryge*, 1974, *Ryge*, 1981) werden eher für klinische Reihenuntersuchungen als für die alltäglichen Therapieentscheidungen in der Praxis verwendet. Darüberhinaus fehlen bisher Kriterien, die nicht nur morphologische, sondern auch biologische bzw. bakteriologische Informationen über das vorhandene Kariesrisiko berücksichtigen (*Anusavice*, 1989).

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Zuverlässigkeit der Therapieentscheidungen bei der Einschätzung der Erneuerungsbedürftigkeit zahnfarbener Restaurationen im Seitenzahnggebiet und die Übereinstimmung der Entscheidungen mit dem histologischen Befund (Goldstandard), d.h. die Validität der Entscheidungen zu untersuchen. Außerdem sollte untersucht werden, ob es einen Einfluss der Tätigkeit in einer Universitätszahnklinik oder einer Praxis gibt.

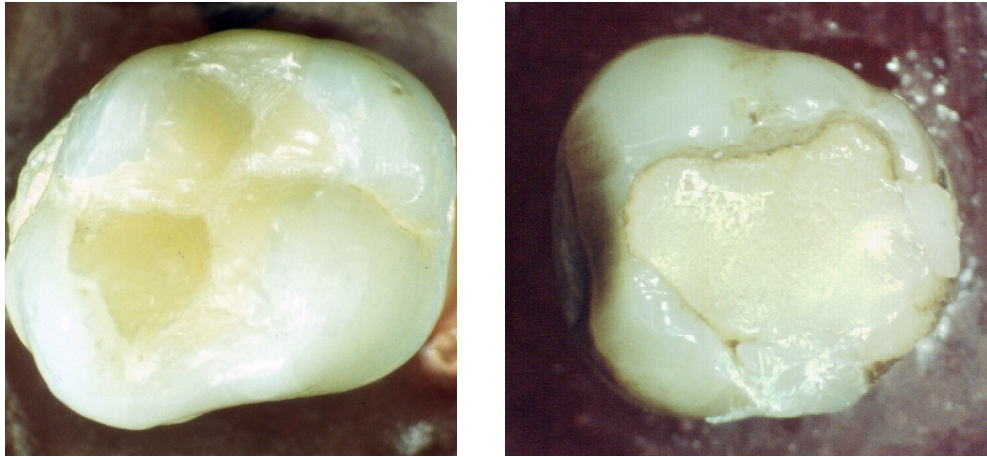
### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Vorbereitung der zu untersuchenden Zähne

Für die Untersuchung wurden extrahierte Seitenzähne mit zahnfarbenen Restaurationen der Klasse-I und Klasse-II gesammelt. Es war weder bekannt, wer die Restaurationen gelegt hat, wie lange die Restaurationen in vivo waren, noch, welcher Haftvermittler oder welches Komposit verwendet wurde. Die Zähne wurden in verschiedenen Praxen gesammelt, direkt nach ihrer Extraktion von Weichgewebe und exogenen Auflagerungen befreit und in einem verschließbaren Glasbehälter in gesättigter, wässriger Thymollösung (Mat.1) aufbewahrt.

Nach lichtmikroskopischer Beurteilung (Mat.2) in Hinsicht auf ihre Erneuerungsbedürftigkeit wurden die 40 Restaurationen in zwei Gruppen unterteilt: Restaurationen, die eindeutig zu beurteilen waren und Restaurationen, deren Erneuerungsbedürftigkeit schwierig zu beurteilen erschien (Abb.1). Dabei wurden Restaurationen, die einen kontinuierlichen Füllungsrand ohne Diskrepanzen zwischen Zahnhartsubstanz und Restaurationsmaterial aufwiesen und kariesfrei waren, als eindeutig zu belassen beurteilt. Restaurationen, die eine Randkaries, eine deutliche Kavitation oder einen Spalt bzw. einen Unterschuss, der bis in das Dentin reichte, aufwiesen, wurden als eindeutig erneuerungsbedürftig eingestuft. Als schwierig zu beurteilen wurden Restaurationen angesehen, deren Ränder eine fehlende Kongruenz zur Zahnhartsubstanz mit und ohne Randverfärbung aufwiesen.

Die Zähne wurden bis zur Schmelz-Zement-Grenze in Kunststoff (Mat.3) eingebettet. Bis zur visuellen Untersuchung wurden die Zähne in einer feuchten Kammer gelagert.



a)

b)

*Abb.1: Beispiele für nach lichtmikroskopischer Beurteilung in Hinsicht auf die Erneuerungsbedürftigkeit als eindeutig zu beurteilende (a) und als schwierig zu beurteilende Restaurationen (b).*

### 3.2 Visuelle Untersuchung

An der Untersuchung nahmen Zahnärzte aus verschiedenen Praxen und aus 2 Universitätszahnkliniken teil. Die zahnfarbenen Restaurationen der 40 Zähne wurden zweimal in einem Abstand von 14 Tagen beurteilt.

21 Zahnärzte beurteilten die Restaurationen in Hinsicht auf ihre Erneuerungsbedürftigkeit. Davon waren 13 Zahnärzte in einer Universitätszahnklinik und 8 Zahnärzte in der Praxis beschäftigt. 5 Zahnärzte aus der Praxis hatten mehr als 5 Jahre, 3 Zahnärzte weniger als 5 Jahre Berufserfahrung. 7 Zahnärzte aus der Klinik hatten mehr als 5 Jahre, 6 Zahnärzte weniger als 5 Jahre Berufserfahrung. Nach telefonischer Ankündigung und Terminvereinbarung wurden die zu untersuchenden Zähne und Bögen zur Dokumentation der Therapieentscheidung (Abb.2) zu einer ersten Untersuchung zu den Zahnärzten gebracht. Die Untersuchung wurde an der jeweiligen Arbeitsstelle vorgenommen. Zu Beginn wurden alle Teilnehmer ausführlich instruiert. Konkrete Erläuterungen zu dem Versuchsablauf und zur Dokumentation der Diagnosen waren zusätzlich auf den Dokumentationsbögen festgehalten. Jeder Zahnarzt erhielt eine Kennnummer (Universitätsklinik: 1-13, Praxis: 14-21)

und untersuchte die zuvor getrockneten Zähne mit Sonde und Spiegel in einem hellen Raum. Die Untersucher wurden angewiesen eine eindeutige Entscheidung zur Erneuerungsbedürftigkeit (ja / nein) der Restaurationen zu treffen. Antworten wie "...die Restauration sollte beobachtet werden..." waren nicht vorgesehen. Die Zahnärzte wurden aufgefordert, jeweils nur einen Grund (den für sie entscheidensten Grund) für die Erneuerung einer Restauration anzugeben. Mehrfachantworten waren nicht möglich. Die Form und Farbe der Restaurationen sollte nicht beurteilt werden. Als Beurteilungskriterien für die Erneuerung einer Restauration waren in Anlehnung an die Kriterien von *Ryge* (1981) Randkaries, Randspalt, Unterschuß und außerdem auch Überschuß angegeben.

Die zweite Untersuchung erfolgte unter den selben Bedingungen, jedoch wurden die Zähne in anderer Reihenfolge untersucht.

Kennnummer:	<input type="text"/>	1-21
Zahn-Nr.	<input type="text"/>	
Restauration belassen	<input type="checkbox"/>	
Restauration erneuen	<input type="checkbox"/>	
Grund für die Erneuerung		
	<input type="checkbox"/>	Randkaries
	<input type="checkbox"/>	Randspalt
	<input type="checkbox"/>	Unterschuß
	<input type="checkbox"/>	Überschuß

Abb.2: Dokumentationsbogen



### **3.3 Histologische Untersuchung der Restaurationsränder**

#### **3.3.1 Vorversuch zur Randspaltanalyse**

Für die Randspaltanalyse durch Farbstoffpenetration werden in wissenschaftlichen Untersuchungen verschiedene Farbstoffe in unterschiedlichen Konzentrationen bei unterschiedlichen Einwirkzeiten eingesetzt. Gängige Farbstoffe sind unter anderem der rote Farbstoff Erythrosin und das Methylenblau. In der vorliegenden Untersuchung sollte ein blauer Farbstoff eingesetzt werden. Um eine ausreichende Penetration des Farbstoffes zu gewährleisten, wurden in einem Vorversuch - in Anlehnung an die in der Literatur gefundenen Vorgehensweisen – das Methylenblau (Mat.4) in unterschiedlichen Konzentrationen und bei unterschiedlichen Einwirkzeiten in Hinsicht auf die Penetrationsfähigkeit untersucht.

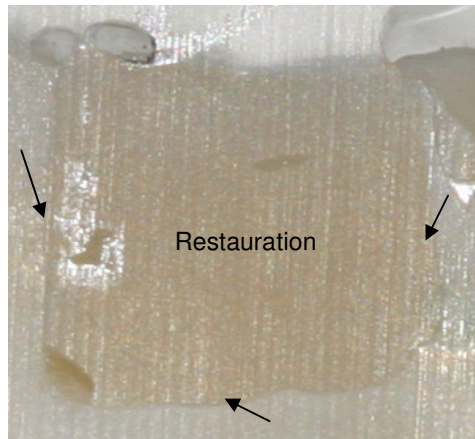
Dazu wurden in 6 extrahierte Zähne okklusale Kavitäten präpariert. 3 Kavitäten wurden anschließend mit selbstätzendem Schmelz-Dentin-Adhäsiv (Mat.5) konditioniert. Anschließend wurden die Kavitäten mit einem zahnärztlichen Komposit (Mat.6) gefüllt.

Die Zahnhartsubstanz der übrigen 3 Kavitäten wurde nicht konditioniert, um einen Spalt zwischen Restaurationsmaterial und Zahnhartsubstanz zu erzeugen.

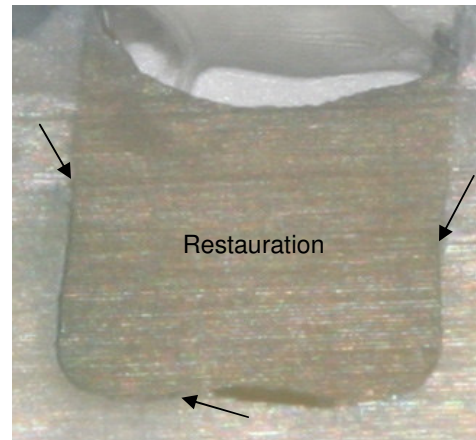
Die gefüllten Zähne wurden anschließend in 3 Gruppen aufgeteilt. In jeder Gruppe war jeweils ein Zahn mit und ohne Schmelz-Dentin-Adhäsiv.

Die 2 Zähne der Gruppe 1 wurden für 10 Sekunden in eine 2%ige Methylenblaulösung, Gruppe 2 für 24 Stunden in eine 2%ige Methylenblaulösung und die 2 Zähne der Gruppe 3 für 24 Stunden in eine 5%ige Methylenblaulösung eingelegt.

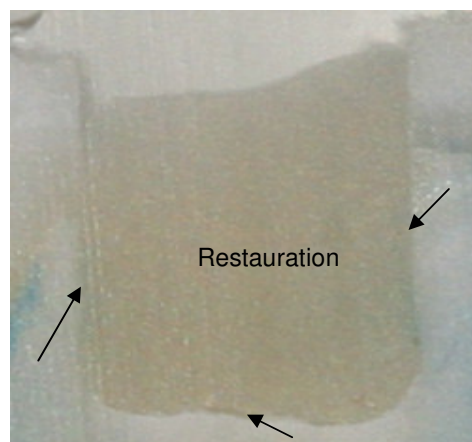
Nach der Entnahme aus den Lösungen wurden die Zähne am Exakt-Trennschleifsystem (Mat.7) in bucco-oraler Richtung geschnitten und die Eindringtiefe des Farbstoffes zwischen Zahnhartsubstanz und Komposit beurteilt (Abb.3-6).



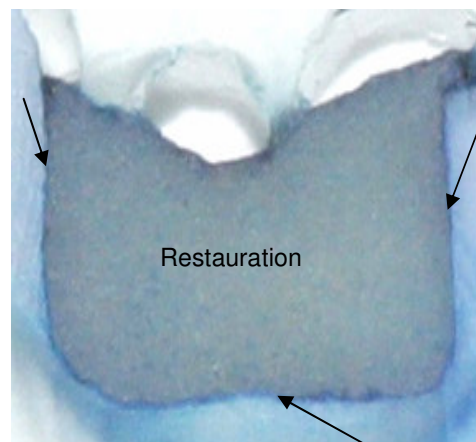
*Abb.3: Zahnschnitt nach 10 Sekunden in 2%iger Methylenblaulösung, mit adhäsivem Verbund; keine Penetration des Farbstoffes erkennbar; die Pfeile weisen auf den Rand der Restauration.*



*Abb.4: Zahnschnitt nach 24 Stunden in 2%iger Methylenblaulösung, ohne adhäsiven Verbund; schwache Penetration des Farbstoffes erkennbar; die Pfeile weisen auf den Rand der Restauration.*



*Abb.5: Zahnschnitt nach 24 Stunden in 5%iger Methylenblaulösung, mit adhäsivem Verbund; keine Penetration des Farbstoffes erkennbar; die Pfeile weisen auf den Rand der Restauration.*



*Abb.6: Zahnschnitt nach 24 Stunden in 5%iger Methylenblaulösung, ohne adhäsiven Verbund; eindeutige Penetration des Farbstoffes erkennbar; die Pfeile weisen auf den Rand der Restauration.*

Bei allen Proben mit adhäsivem Verbund zwischen Zahnhartsubstanz und Komposit war selbst nach 24 Stunden Einlegen in eine 5%ige Methylenblaulösung (Abb. 5) keine Penetration des Farbstoffes zwischen Restauration und Zahnhartsubstanz zu erkennen. Bei den Proben ohne adhäsiven Verbund war nach 10 Sekunden in 2%iger Methylenblaulösung keine Farbstoffpenetration zu erkennen (Abb. 3). Nach 24 Stunden in 2%iger Methylenblaulösung war bei den Proben ohne adhäsiven Verbund eine schwache Penetration des Farbstoffes zwischen Zahnhartsubstanz und Restauration zu erkennen (Abb. 4). Eine eindeutige Farbstoffpenetration in den Randspalt zwischen nicht adhäsiv befestigter Kompositrestauration und Zahnhartsubstanz war nur nach 24 Stunden in 5%iger Methylenblaulösung zu finden (Abb. 6). Daher wurden alle Zähne nach der zweiten visuellen Untersuchung der Restaurationen durch die Zahnärzte für 24 Stunden in eine 5%ige Methylenblaulösung gelegt, um anschließend die Penetrationstiefe des Farbstoffes zwischen Restaurationsmaterial und Zahnhartsubstanz ausreichend beurteilen zu können.

### **3.3.2 Vorbereitung der Zähne und Herstellung der Schnitte**

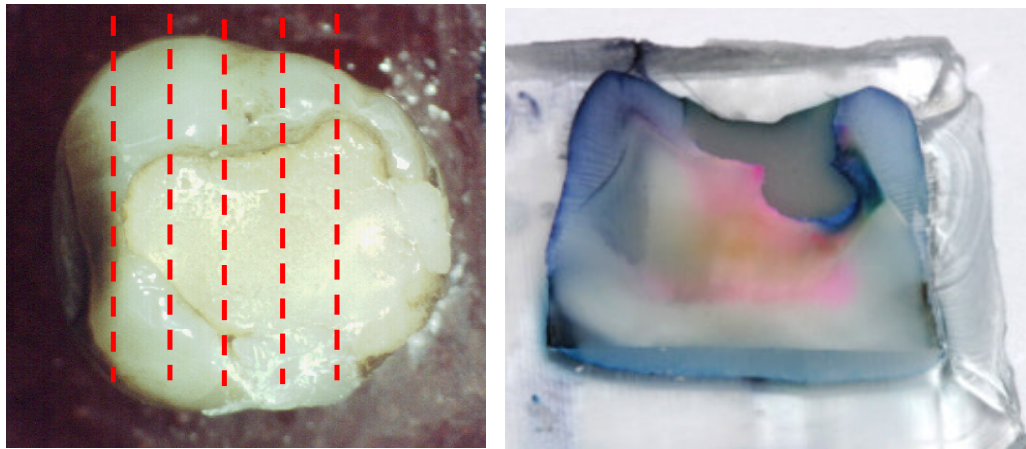
Nach der zweiten visuellen Untersuchung der Zähne durch die Zahnärzte wurden die Zahnkronen mit dem Exakt Trennschleifsystem von den Wurzeln getrennt. Dazu wurde jeder Zahn mit Hilfe eines Fixationsklebers (Mat. 8) auf einen Plexiglas Objektträger (Mat. 9) geklebt. Die Trägerplatte wurde durch eine Vakuumvorrichtung auf dem Trenntisch des Exakt Trennschleifsystems gehalten. Die Trennbandstärke des Stahlsägebandes betrug 0,2 mm. Jeder Zahn wurde auf einem Schlitten mit einem Gewicht von 50 g in die Richtung des Sägebandes bewegt. Die Schnittgeschwindigkeit des Bandes betrug 200 m/min. Alle Schnitte wurden unter ausreichender Wasserkühlung durchgeführt.

Die Kronenpulpa wurde mit einem Exkavator (Mat. 10) entfernt und das Pulpakavum mit Aqua dest. ausgewaschen und getrocknet. Die Pulpakammer

wurde mit selbstätzendem Adhäsiv (Mat.5) konditioniert und mit Komposit (Mat.6) verschlossen. Anschließend wurden die Zahnkronen für 24 Stunden in eine 5%ige Methylenblaulösung (Mat.4) eingelegt.

Nach Entnahme wurden die Zahnkronen mit ihrer mesialen Fläche mit dünnfließendem, photochemisch aushärtendem Präzisionskleber (Mat.11) in speziellen Einbettformen (Mat.12) fixiert. Dabei bildete der Boden der Einbettform eine Senkrechte zur okklusalen Restaurationsoberfläche. Anschließend wurden die Schälchen bis zur vollständigen Bedeckung der Proben mit dünnfließendem Einbettkunststoff (Mat.13) gefüllt. Die Aushärtung der Einbettmasse erfolgte in einem speziellen Lichtpolymerisationsgerät (Mat.14). Die Probenblöcke wurden aus ihrer Einbettform herausgelöst und jeweils die plane Grundfläche mit Präzisionskleber auf Plexiglasträgern fixiert. Mit dem Exakt Trennschleifsystem erfolgte dann der erste Schnitt durch die Peripherie der okklusalen Restaurationsoberfläche in bukkal-oraler Richtung der Zahnkrone (Abb.7).

Pro Schnitt war bei einer Bandstärke des Sägebandes von 0,2 mm mit einem Schnittverlust von 0,5 mm zu rechnen. Es wurden mindestens 4 Schnitte aus einer Zahnkrone hergestellt. Dabei wurde darauf geachtet, dass bei Vorliegen eines auffälligen Füllungsrandbereiches ein Schnitt durch diesen gelegt wurde. Mit Hilfe eines Lichtmikroskopes (Mat.2) wurde die Penetrationstiefe des Farbstoffes beurteilt. Pro Schnitt konnte an jeweils 2 Schnittflächen untersucht werden, ob Farbstoff zwischen Restauration und Zahnhartsubstanz penetriert war, ob er dabei bis in den an die Restauration angrenzenden Schmelz oder bis in das angrenzende Dentin gelangt war, oder ob er den Kavitätenboden erreicht hatte.



a)

b)

Abb.7: Schnittführung in bucco-oraler Richtung durch die Zahnkronen (a) und Aufsicht auf eine mit Caries Detector<sup>®</sup> angefärbte Schnittfläche (b).

Der Nachweis einer Füllungsrandkaries (Sekundärkaries) erfolgte mit Caries Detector<sup>®</sup> (Mat.15, Abb.3). Dazu wurde jeweils ein Tropfen der Lösung mit Hilfe eines Schaumstoff-Pellets (Mat.16) auf die Schnittflächen der Proben gegeben und nach 10 Sekunden mit Wasserspray abgespült. Nekrotisches und bakteriell infiziertes Dentin wurde dabei rot angefärbt. Es wurde zwischen einer Randspaltkaries und einer auf dem Boden der Kavität belassene, also vor dem Legen der Restauration nicht vollständig exkavierten Karies (Kariesrezidiv) unterschieden. Die Ergebnisse der einzelnen Schnitte wurden protokolliert.

### 3.4 Kriterien zur Erneuerungsbedürftigkeit einer Restauration nach histologischer Untersuchung

Nach histologischer Beurteilung wurde eine Restauration entsprechend den Kriterien nach Ryge (1981) dann als erneuerungsbedürftig eingestuft, wenn die Methylenblaulösung (Mat.4) bis in das Dentin der Kavitätenwand bzw. Kavitätenboden gelangt war und / oder sich durch Caries Detector® (Mat.8) eine Sekundärkaries am Restaurationsrand nachweisen liess (Abb.4). Intakte Restaurationen und Restaurationen, die einen Randspalt bis in den Schmelz aufwiesen, wurden als nicht erneuerungsbedürftig eingestuft (Abb.9). Im Rahmen dieser Untersuchung wurden zusätzlich Restaurationen, die ein Kariesrezidiv bei ansonsten intakter Restauration aufwiesen, als nicht erneuerungsbedürftig angesehen.

Diese Ergebnisse wurden als Goldstandard festgelegt.

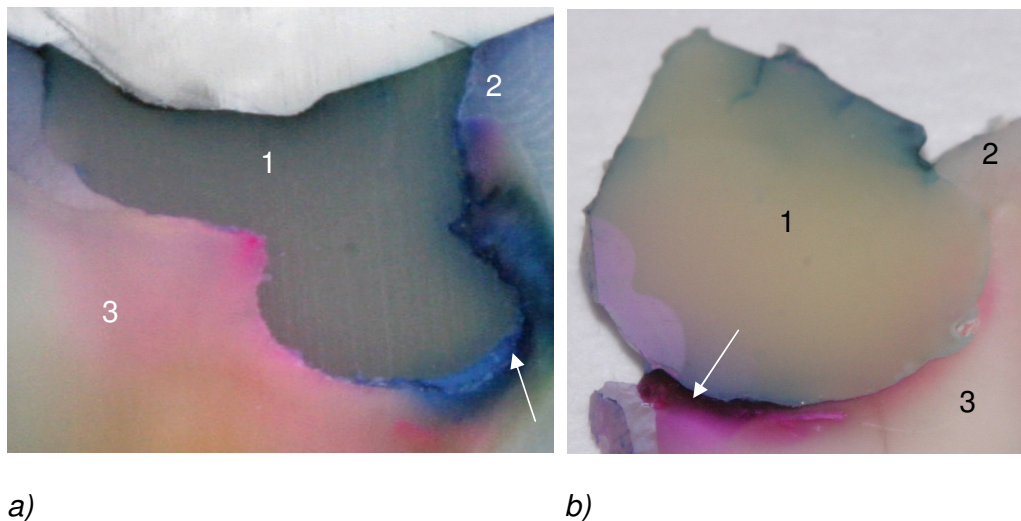
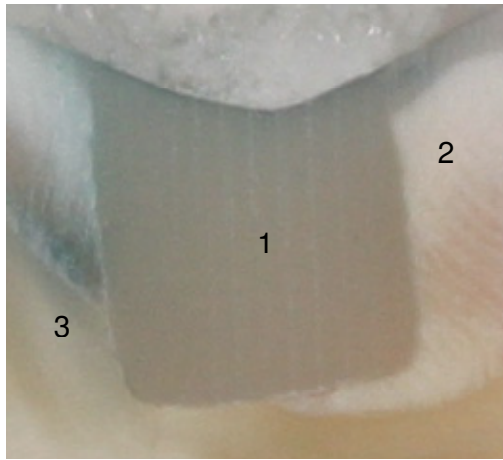
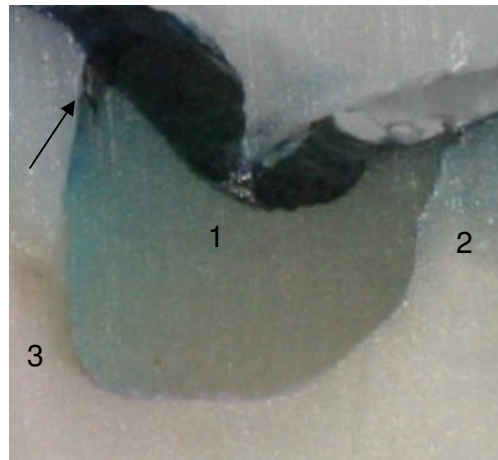


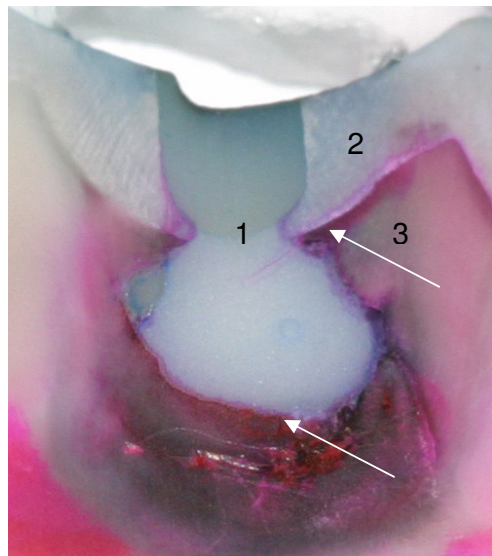
Abb.8: Nach histologischer Untersuchung als erneuerungsbedürftig eingestufte Restaurationen: a) Randspalt reicht bis in das Dentin (Pfeil) (1=Restauration, 2=Schmelz, 3=Dentin) und b) Sekundärkaries (Pfeil) am Restaurationsrand.



a)



b)



c)

*Abb.9: Nach histologischer Untersuchung als nicht erneuerungsbedürftig eingestufte Restaurationen: a) kein Randspalt, b) Randspalt (Pfeil) reicht bis in den Schmelz und c) Kariesrezidiv (Pfeile) bei ansonsten intakter Restauration (1=Restauration, 2=Schmelz, 3=Dentin).*

### 3.5 Statistische Auswertung der Ergebnisse

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit SPSS für MS WINDOWS 6.1. Mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest wurde eine hinreichende Normalverteilung der Daten festgestellt. Für die Bestimmung des Grades an intrapersoneller Übereinstimmung der Entscheidungen zum Ersatz von Restaurationen nach der ersten und nach der zweiten Untersuchung nach 14 Tagen (Reproduzierbarkeit) fand der Kappa-Koeffizient nach *Cohen* Verwendung. Ebenso wurde der Kappa-Koeffizient für die Bestimmung des Grades an Übereinstimmung der Therapieentscheidungen mit dem histologischen Ergebnis (Goldstandard) verwendet.

Die Klassifikation der Kappa-Koeffizienten erfolgte entsprechend der von *Landis und Koch* (1977) vorgeschlagenen Klassifikation (Tab.5):

Tab.5: Klassifikation der Kappa-Koeffizienten nach *Landis und Koch* (1977):

Kappa-Koeffizient	Grad an Übereinstimmung nach <i>Landis und Koch</i> (1977)
0 - 0,2	sehr gering
0,2 - 0,4	gering
0,4 – 0,6	mittel
0,6 - 0,8	gut
0,8 - 1	sehr gut

Mit dem T-Test für unabhängige Stichproben wurde nach Einflüssen der Tätigkeit (Praxis / Universitätszahnklinik) und der Berufserfahrung gesucht. Ein interpersoneller Vergleich der Entscheidungen der Zahnärzte wurde mit dem T-Test für abhängige Stichproben durchgeführt.

Die p-Werte für die Signifikanzen wurden wie folgt festgelegt:

$p > 0,05$  = n.s.= nicht signifikant

$p \leq 0,05$  = \* = signifikant

$p \leq 0,01$  = \*\* = sehr signifikant

$p \leq 0,001$  = \*\*\* = hochsignifikant



### 3.6 Materialienliste

Mat. 1:	Thymol Fa. Fluka Chemie GmbH; Buchs SG, Schweiz
Mat. 2:	Lichtmikroskop Fa. Nikon; Tokio, Japan
Mat. 3:	Palavit G Fa. Heraeus Kulzer GmbH & Co. KG; Wehrheim, Deutschland
Mat. 4:	Löfflers Methylenblaulösung Fa. Merck; Darmstadt, Deutschland
Mat. 5:	Adper <sup>TM</sup> Prompt <sup>TM</sup> -L-Pop <sup>TM</sup> , I.D. No. 70201115402, Order No. 41924 Fa. 3M Espe AG; Seefeld, Deutschland
Mat. 6:	Herculite XR <sup>TM</sup> Fa. Kerr; Orange, Kalifornien, USA
Mat. 7:	Exakt Trennschleifsystem Exakt-Apparatebau, Otto Herrmann; Norderstedt, Deutschland
Mat. 8 :	Fixationskleber Technovit 7230 VLC Fa. Kulzer-Exakt; Wehrheim, Deutschland
Mat. 9:	Plexiglas Objektträger, 50 x 100 mm Exakt-Apparatebau, Otto Herrmann; Norderstedt, Deutschland
Mat. 10:	Exkavator Fa. Aesculap, Tuttlingen, Deutschland
Mat. 11:	Präzisionskleber Technovit 7210 VL Fa. Kulzer-Exakt; Wehrheim, Deutschland
Mat. 12:	Einbettform Fa. Kulzer-Exakt; Wehrheim, Deutschland
Mat. 13:	Einbettkunststoff Technovit 7200 VLC Fa. Kulzer-Exakt; Wehrheim, Deutschland
Mat. 14:	Exakt Lichtpolymerisationsgerät Exakt-Apparatebau, Otto Herrmann; Norderstedt, Deutschland

Mat. 15:	Caries Detector Fa. Kuraray Medical Inc.; 1621 Sakazu, Kurashiki, Okayama, Japan
Mat. 16:	Spezial-Schaumstoff-Pellets Fa. Erkodent; Pfalzgrafenweiler, Deutschland

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Eindeutig und schwierig zu beurteilende Restaurationen nach lichtmikroskopischer Beurteilung

Direkt nach der Extraktion der Zähne wurden die Restaurationen mit einem Lichtmikroskop in Hinsicht auf ihre Erneuerungsbedürftigkeit beurteilt und in eindeutig und schwierig zu beurteilende Füllungen unterteilt.

Von insgesamt 40 Restaurationen waren 23 als eindeutig und 17 als schwierig zu beurteilen eingestuft worden (Tab. 6). Von 23 eindeutig zu beurteilenden Restaurationen waren 12 Restaurationen als offensichtlich nicht erneuerungsbedürftig und 11 Restaurationen als offensichtlich erneuerungsbedürftig eingeschätzt worden.

*Tab.6: Einteilung der 40 Restaurationen in eindeutig und schwierig zu beurteilende Füllungen nach lichtmikroskopischer Beurteilung.*

Zahn	eindeutig		schwierig	Zahn	eindeutig		schwierig
	belassen	erneuern			belassen	erneuern	
1			X	11	X		
2			X	12			X
3		X		13		X	
4			X	14		X	
5		X		15			X
6			X	16		X	
7			X	17	X		
8			X	18			X
9		X		19			X
10	X			20			X

Zahn	eindeutig		schwierig	Zahn	eindeutig		schwierig
	belassen	erneuern			belassen	erneuern	
21	X			31			X
22	X			32	X		
23	X			33		X	
24		X		34		X	
25		X		35	X		
26	X			36			X
27			X	37		X	
28			X	38	X		
29	X			39	X		
30			X	40			X

#### 4.2 Therapieentscheidungen und Begründungen nach visueller Beurteilung

Die Abbildungen 10 – 17 geben getrennt für den ersten und den zweiten Untersuchungszeitpunkt die Anzahl gleicher Therapieentscheidungen der Zahnärzte mit Übereinstimmung der Begründung nach Entscheidung für den Ersatz einer Restauration für die 40 Restaurationen wieder.

Nach der ersten visuellen Untersuchung der 40 Restaurationen stimmte bei der Beurteilung einer Restauration (Zahn 10) die Therapieentscheidung aller 21 Zahnärzte zum Belassen der Füllung überein. Bei 4 Restaurationen waren 20 Zahnärzte, bei 3 Füllungen 19 Zahnärzte und bei 2 Restaurationen immerhin 18 Zahnärzte übereinstimmend der Meinung, dass die Füllungen belassen werden sollten.

Bei zwei Restaurationen (Zahn 5 und Zahn 25) stimmte die Therapieentscheidung zur Erneuerung bei allen Zahnärzten überein, wobei die Begründung zur Erneuerung variierte: während 13 Zahnärzte die Restauration des Zahnes 5 aufgrund einer Randkaries erneuern wollten, sahen 6 Zahnärzte

einen Randspalt als Grund für die Erneuerung an und 2 Zahnärzte wollten die Füllung aufgrund eines Unterschusses erneuern. Bei Zahn 25 wollten 13 Zahnärzte die Restauration aufgrund eines Unterschusses, 5 Zahnärzte aufgrund eines Spaltes und 3 Zahnärzte aufgrund einer Randkaries erneuern.

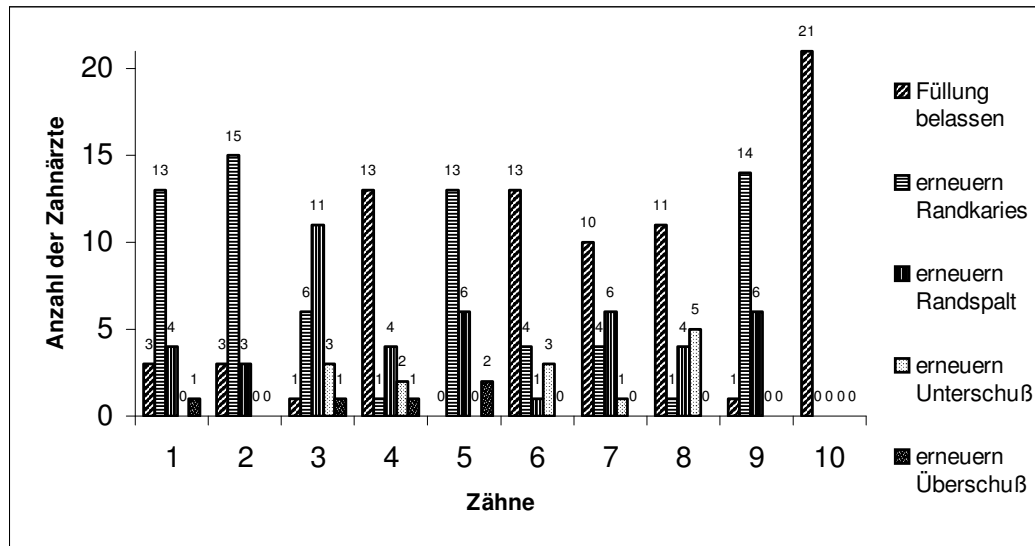


Abb.10: Anzahl der Übereinstimmungen der Therapieentscheidungen der 21 Zahnärzte mit Übereinstimmung der Begründung nach Entscheidung für den Ersatz einer Restauration nach der ersten Untersuchung für die Zähne 1-10.

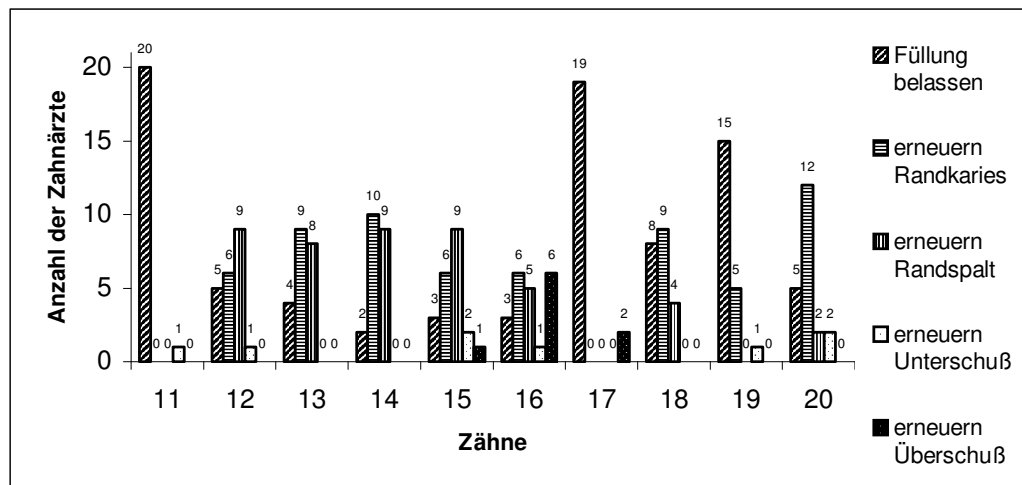


Abb.11: Anzahl der Übereinstimmungen der Therapieentscheidungen der 21 Zahnärzte mit Übereinstimmung der Begründung nach Entscheidung für den Ersatz einer Restauration nach der ersten Untersuchung für die Zähne 11-20.

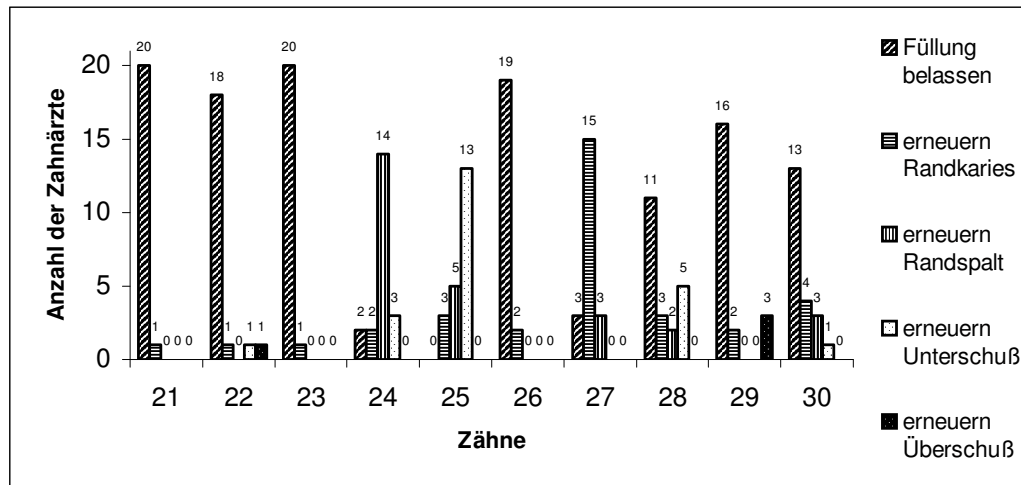


Abb.12: Anzahl der Übereinstimmungen der Therapieentscheidungen der 21 Zahnärzte mit Übereinstimmung der Begründung nach Entscheidung für den Ersatz einer Restauration nach der ersten Untersuchung für die Zähne 21-30.

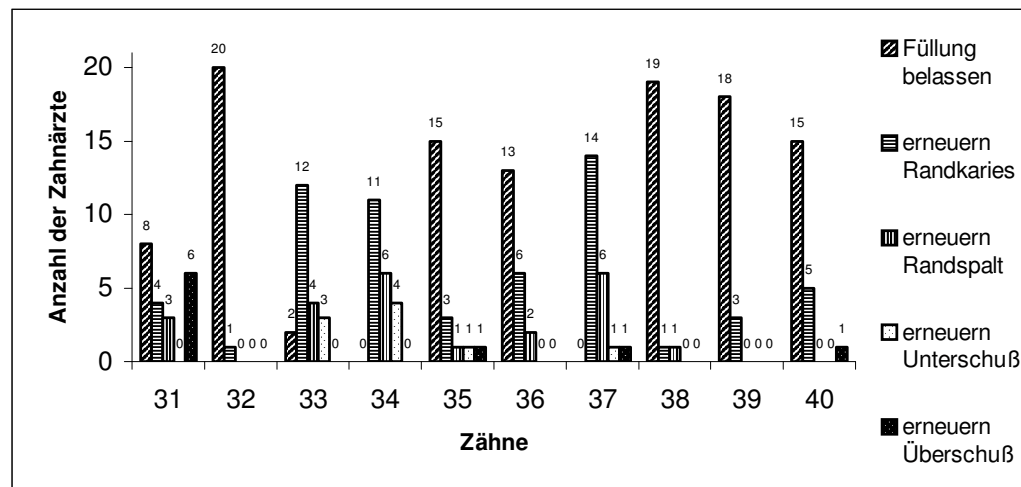


Abb.13: Anzahl der Übereinstimmungen der Therapieentscheidungen der 21 Zahnärzte mit Übereinstimmung der Begründung nach Entscheidung für den Ersatz einer Restauration nach der ersten Untersuchung für die Zähne 31-40.

Nach der zweiten Untersuchung stimmten bei zwei Restaurationen alle Zahnärzte mit der Therapieentscheidung zum Belassen der Füllungen (wiederum bei Zahn 10 und zusätzlich auch bei Zahn 23) überein. Bei 5 Restaurationen waren 20 Zahnärzte, bei 2 Restaurationen 19 Zahnärzte und bei 1

Restaurationen 18 Zahnärzte übereinstimmend der Meinung, dass die Füllungen belassen werden sollten.

Bei Zahn 25 waren auch nach der zweiten Untersuchung alle Zahnärzte übereinstimmend der Meinung, dass die Füllung erneuert werden sollte, während bei Zahn 5 nun 1 Zahnarzt die Füllung belassen wollte, während die anderen wiederum für eine Erneuerung waren. Wie auch bei der ersten Untersuchung variierten wiederum die Begründungen zur Erneuerung.

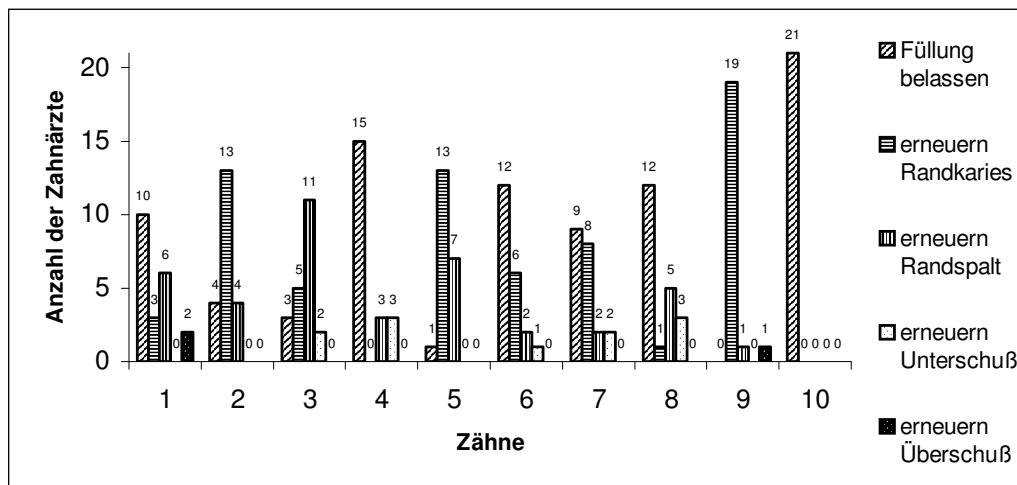


Abb.14: Anzahl der Übereinstimmungen der Therapieentscheidungen der 21 Zahnärzte mit Übereinstimmung der Begründung nach Entscheidung für den Ersatz einer Restauration nach der zweiten Untersuchung für die Zähne 1-10.

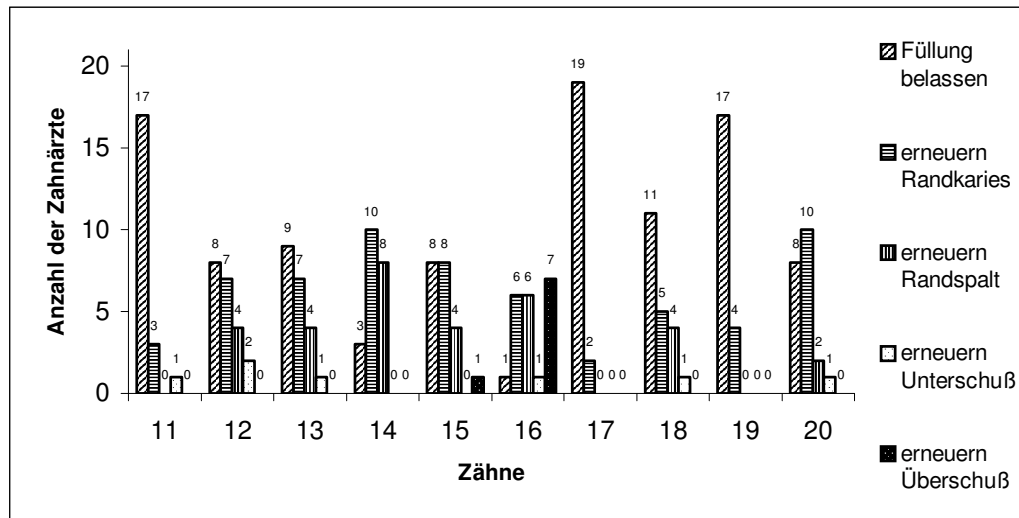


Abb.15: Anzahl der Übereinstimmungen der Therapieentscheidungen der 21 Zahnärzte mit Übereinstimmung der Begründung nach Entscheidung für den Ersatz einer Restauration nach der zweiten Untersuchung für die Zähne 11-20.

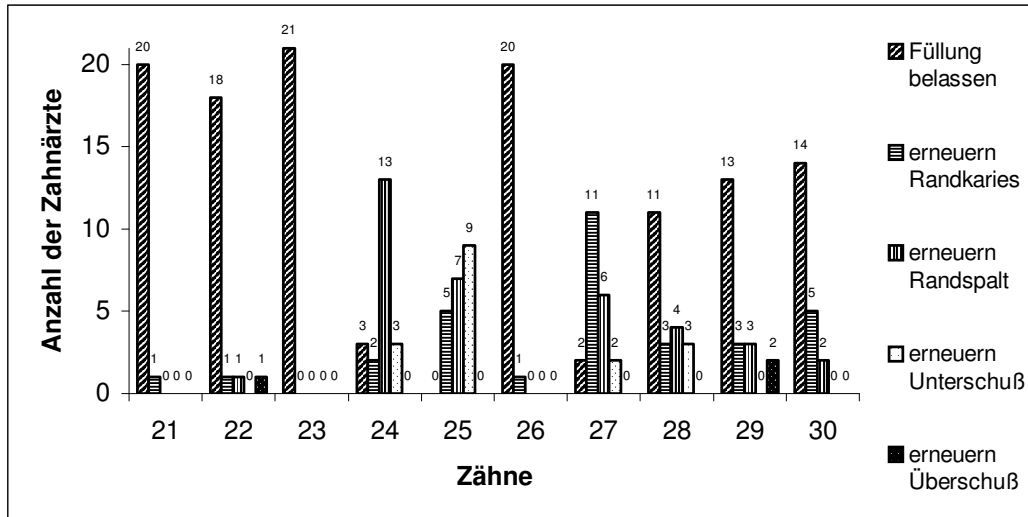


Abb.16: Anzahl der Übereinstimmungen der Therapieentscheidungen der 21 Zahnärzte mit Übereinstimmung der Begründung nach Entscheidung für den Ersatz einer Restauration nach der zweiten Untersuchung für die Zähne 21-30.



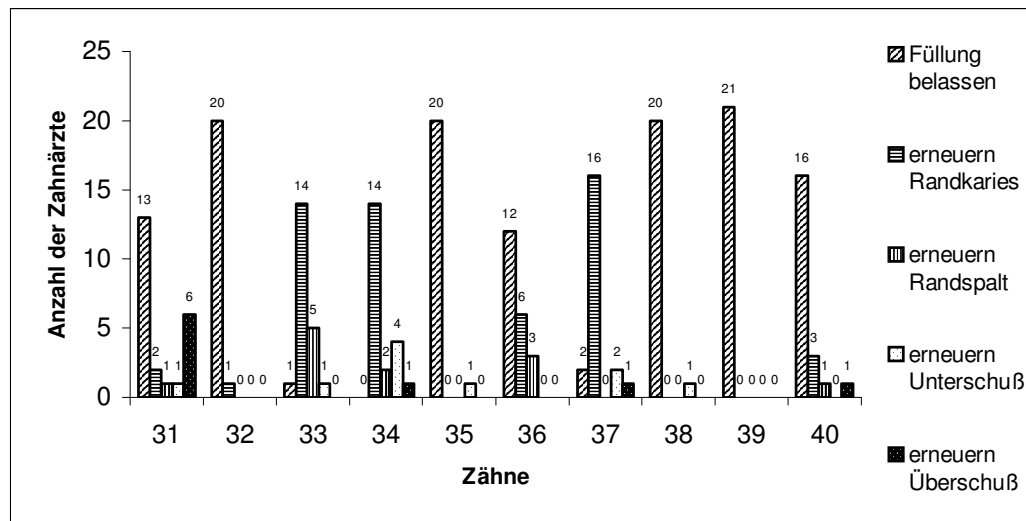


Abb.17: Anzahl der Übereinstimmungen der Therapieentscheidungen der 21 Zahnärzte mit Übereinstimmung der Begründung nach Entscheidung für den Ersatz einer Restauration nach der zweiten Untersuchung für die Zähne 31-40.

#### 4.3 Erneuerungsbedürftige Restaurationen nach histologischer Beurteilung (Goldstandard)

Nach histologischer Auswertung waren 26 der 40 Restaurationen nicht erneuerungsbedürftig (Abb. 18). Davon hatten 19 Restaurationen weder einen bis in das Dentin reichenden Randspalt noch eine Sekundärkaries am Restaurationsrand. Vier Restaurationen hatten einen Randspalt, der bis in den Schmelz reichte, zwei Restaurationen wiesen ein Kariesrezidiv auf und wurden im Rahmen der Studie als nicht erneuerungsbedürftig eingestuft. Eine Restauration hatte einen bis in den Schmelz reichenden Spalt und zusätzlich ein Kariesrezidiv.

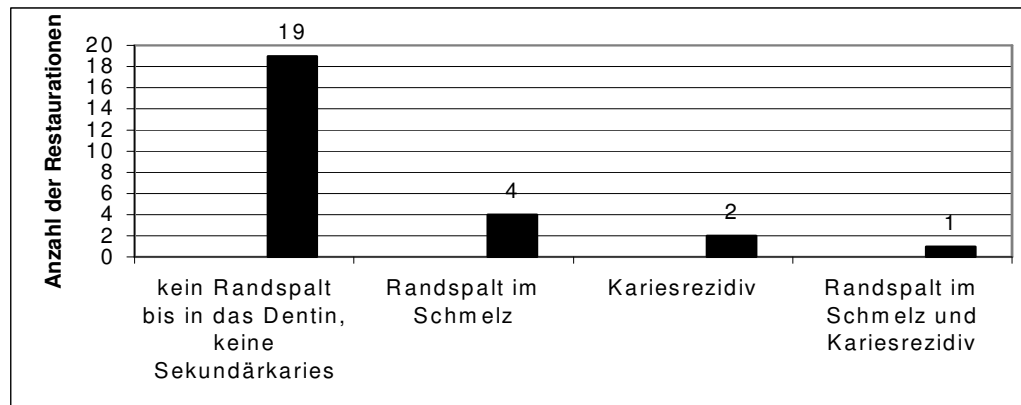


Abb.18: Nicht erneuerungsbedürftige Restaurationen nach histologischer Untersuchung.

Bei 14 Zähnen waren die Restaurationen erneuerungsbedürftig (Abb.19). Davon wies ein Zahn eine Sekundärkaries am Restaurationsrand auf. Bei 13 Restaurationen lag ein Randspalt vor, der sich bis in das Dentin erstreckte, davon bei einem Zahn bis zum Kavitätenboden.

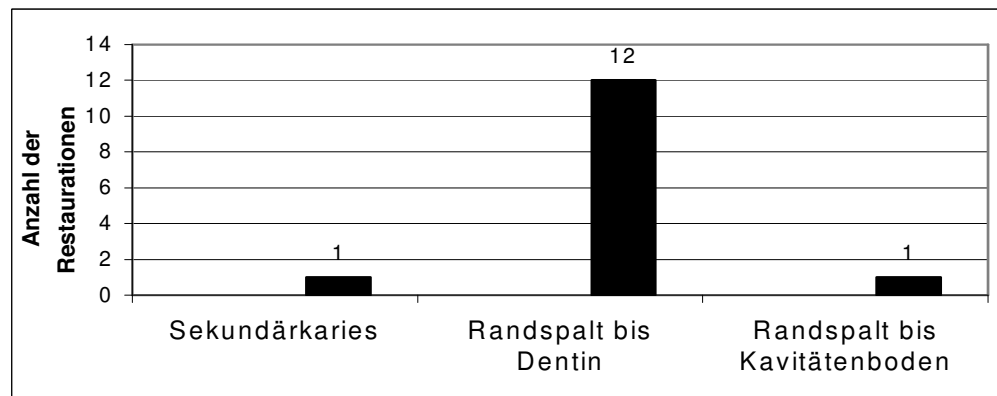


Abb.19: Erneuerungsbedürftige Restaurationen nach histologischer Untersuchung.

#### 4.4 Erneuerungsbedürftige Restaurationen nach visueller Beurteilung

Die Abbildung 20 gibt die Anzahl der zu ersetzenden Restaurationen aus der Sicht der 21 Zahnärzte wieder. Aufgetragen sind die Resultate der ersten und zweiten Untersuchung. Hinsichtlich der Therapieentscheidung bestanden große Unterschiede zwischen den einzelnen Zahnärzten: die Anzahl der als insuffizient eingestuften Restaurationen schwankte zwischen 8 und 33. Dabei hatte sowohl das Tätigkeitsfeld als auch die Berufserfahrung keinen Einfluss ( $p>0,05$ ) (Tab.7 und Tab.8).

Sowohl nach der ersten, als auch nach der zweiten Untersuchung entschieden sich die niedergelassenen Zahnärzte tendenziell, jedoch nicht signifikant häufiger, für die Erneuerung von Restaurationen als die Zahnärzte aus den Universitätskliniken. Nach der ersten Untersuchung sahen die niedergelassenen Zahnärzte 60%, nach der zweiten Untersuchung 58% der Restaurationen als erneuerungsbedürftig an. Die Zahnärzte aus den Universitätskliniken wollten 50% der Restaurationen nach der ersten Untersuchung und 43% nach der zweiten Untersuchung erneuern. Insgesamt war die Anzahl der zu erneuernden Restaurationen nach 14 Tagen signifikant geringer ( $p\leq 0,01$ ).

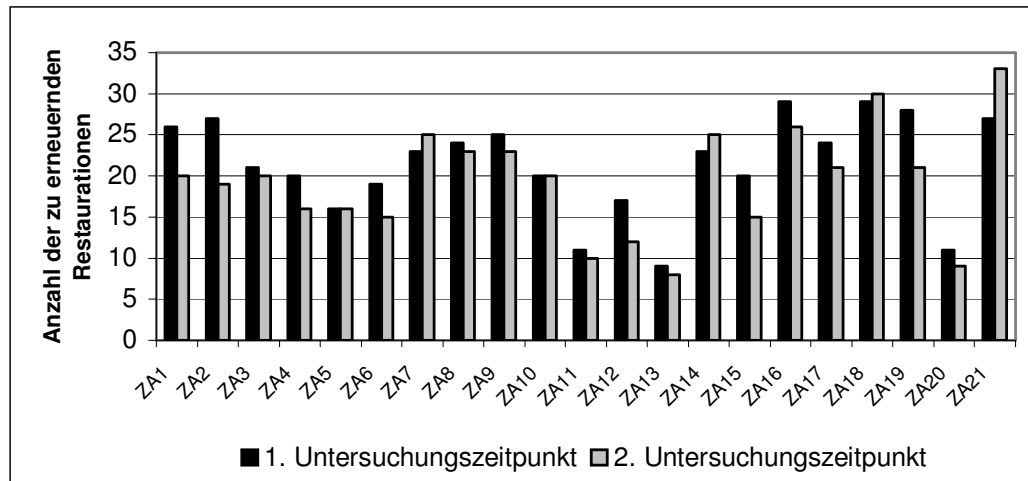


Abb.20: Anzahl der zu erneuernden Restaurationen aus Sicht der 21 Zahnärzte nach der ersten und zweiten Untersuchung. Zahnärzte 1-13 sind Zahnärzte aus der Klinik und Zahnärzte 14-21 sind Zahnärzte aus der Praxis.

Tab.7: Anzahl der als erneuerungsbedürftig eingestuften Restaurationen nach der ersten und zweiten Untersuchung. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und Standardabweichung getrennt nach Zahnärzten aus Klinik und Praxis sowie insgesamt.

Tätigkeitsort	Anzahl nach 1. Untersuchung		Anzahl nach 2. Untersuchung	
Klinik (n=13)	20±6	n.s.	17±5	n.s.
Praxis (n=8)	24±6		23±8	

Insgesamt (n=21)	21±6	19±7
	p≤0,01	

Tab.8: Anzahl der als erneuerungsbedürftig eingestuften Restaurationen nach der ersten und zweiten Untersuchung. Angegeben sind der arithmetische Mittelwert und Standardabweichung getrennt nach Zahnärzten mit weniger als 5 Jahren und mehr als 5 Jahren Berufserfahrung.

Berufserfahrung	Anzahl nach 1. Untersuchung		Anzahl nach 2. Untersuchung	
< 5 Jahre (n=9)	19±7	n.s.	17±6	n.s.
> 5 Jahre (n=12)	23±5		22±8	

## 4.5 Reproduzierbarkeit

### 4.5.1 Übereinstimmung der ja / nein Entscheidungen

Die Abbildung 21 gibt die Kappa-Koeffizienten als Maß der Übereinstimmung der ja/nein Entscheidungen nach der ersten und der zweiten Untersuchung für die einzelnen Zahnärzte an. Als Interpretationshilfe ist der Grad an Übereinstimmung nach der Klassifikation von *Landis und Koch* (1977) angegeben. Die Werte schwanken zwischen 0,34 (geringer Grad an Übereinstimmung) und 0,81 (sehr guter Grad an Übereinstimmung). Ein Zahnarzt hatte

eine geringe, sechs Zahnärzte (28,6%) hatten eine mittlere, 13 Zahnärzte (61,9%) eine gute und ein Zahnarzt eine sehr gute Übereinstimmung der ja / nein Entscheidung. Sowohl der Tätigkeitsort als auch die Berufserfahrung waren dabei ohne nachweisbaren Einfluss ( $p>0,05$ ) (Tab. 9 und Tab. 10).

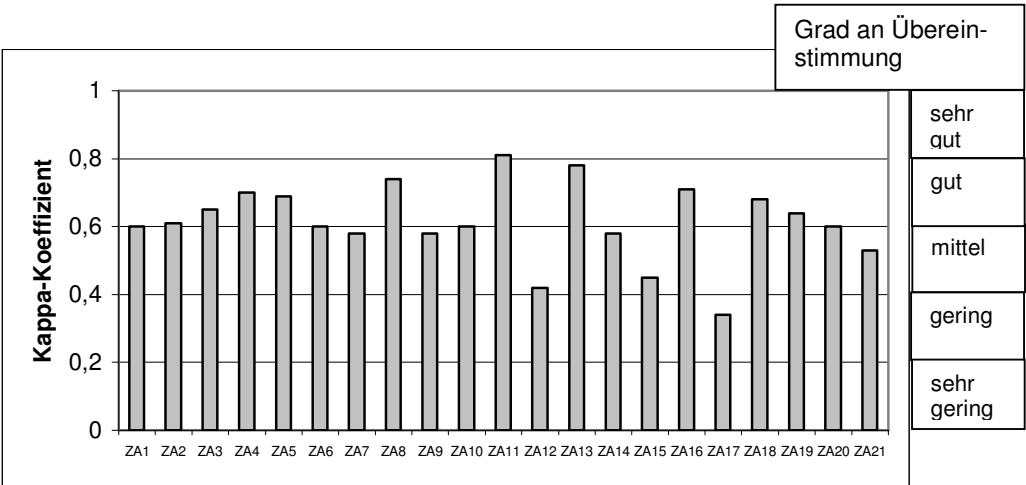


Abb.21: Kappa-Koeffizienten für die Übereinstimmung der ja / nein Entscheidung zur Erneuerungsbedürftigkeit der Restaurationen zwischen der ersten und zweiten Untersuchung der 21 Zahnärzte. Zahnärzte 1-13 sind Zahnärzte aus der Klinik und Zahnärzte 14-21 sind Zahnärzte aus der Praxis. Zusätzlich ist die Klassifikation für den Grad an Übereinstimmung nach Landis und Koch (1977) angegeben.

Tab.9: Arithmetische Mittelwerte und Standardabweichungen der Kappa-Koeffizienten mit Standardabweichung für die Übereinstimmung der ja / nein Entscheidung zur Erneuerungsbedürftigkeit der Restaurationen zwischen der ersten und zweiten Untersuchung getrennt nach Klinik und Praxis.

Tätigkeitsort	Kappa-Koeffizient ja / nein Entscheidung	
Klinik (n=13)	0,64±0,1	n.s.
Praxis (n=8)	0,57±0,1	

*Tab.10: Arithmetische Mittelwerte und Standardabweichungen der Kappa-Koeffizienten mit Standardabweichung für die Übereinstimmung der ja / nein Entscheidung zur Erneuerungsbedürftigkeit der Restaurationen zwischen der ersten und zweiten Untersuchung getrennt nach Zahnärzten mit weniger als 5 Jahren und mehr als 5 Jahren Berufserfahrung.*

<b>Berufserfahrung</b>	<b>Kappa-Koeffizient ja/nein Entscheidung</b>	
<b>&lt; 5 Jahre (n=9)</b>	0,66±0,1	n.s.
<b>&gt; 5 Jahre (n=12)</b>	0,58±0,1	

#### **4.5.2 Übereinstimmung der Begründungen**

Die Abbildung 22 gibt die Kappa-Koeffizienten als Maß der Übereinstimmung der Begründung für die Erneuerung einer Restauration wieder. Diese Werte wurden nur für 10 Zahnärzte berechnet, weil hier sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Untersuchung gleiche Begründungen von 4 möglichen genannt wurden. Die Werte schwanken zwischen 0,19 (sehr geringer Grad an Übereinstimmung) und 0,60 (guter Grad an Übereinstimmung). Ein Zahnarzt hatte einen sehr geringen Grad und ein Zahnarzt einen guten Grad an Übereinstimmung. Zwei Zahnärzte (20%) hatten einen geringen Grad und sechs Zahnärzte (60%) einen mittleren Grad an Übereinstimmung. Auch hier war der Tätigkeitsort und die Berufserfahrung ohne nachweisbaren Einfluss ( $p>0,05$ ) (Tab. 11 und Tab. 12).

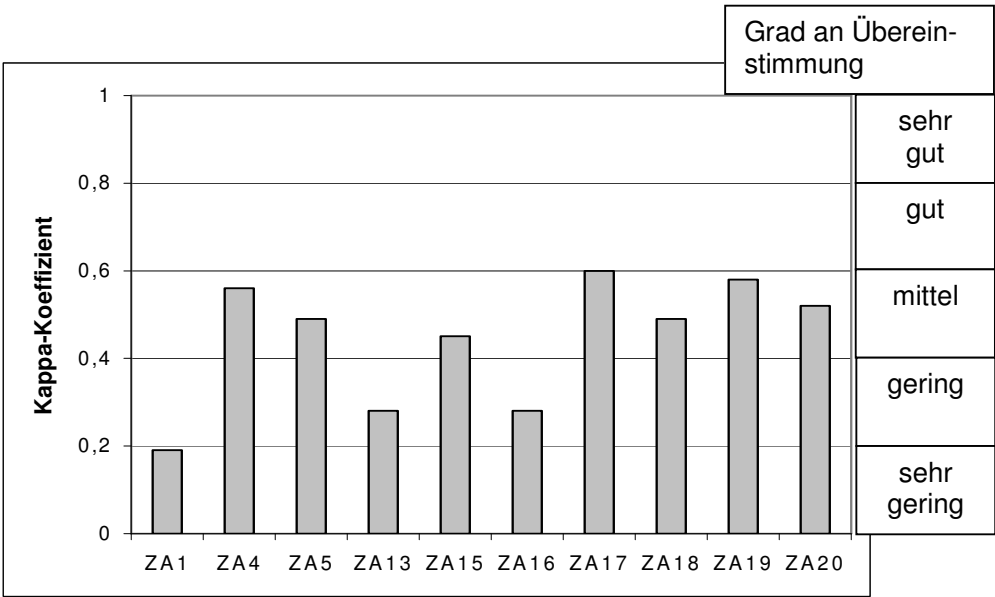


Abb.22: Kappa-Koeffizienten für die Übereinstimmung der Entscheidung von 10 Zahnärzten zur Erneuerungsbedürftigkeit der Restaurationen zwischen der ersten und zweiten Untersuchung mit zusätzlicher Übereinstimmung der Begründung zur Erneuerung. Zahnärzte 1, 4, 5 und 13 sind Zahnärzte aus der Universitätsklinik, Zahnärzte 15, 16, 17, 18, 19 und 20 sind Zahnärzte aus der Praxis. Zusätzlich ist die Klassifikation für den Grad an Übereinstimmung nach Landis und Koch (1977) angegeben.

Tab.11: Arithmetische Mittelwerte und Standardabweichungen der Kappa-Koeffizienten mit Standardabweichung für die Übereinstimmung der Begründung zur Erneuerung zwischen der ersten und zweiten Untersuchung getrennt nach Klinik und Praxis.

Tätigkeitsort	Kappa-Koeffizient (Übereinstimmung der Begründung zur Erneuerung)	
Klinik (n=4)	0,44±0,17	n.s.
Praxis (n=6)	0,45±0,14	

Tab.12: Arithmetische Mittelwerte und Standardabweichungen der Kappa-Koeffizienten mit Standardabweichung für die Übereinstimmung der Begründung zur Erneuerung zwischen der ersten und zweiten Untersuchung getrennt nach Zahnärzten mit weniger als 5 Jahren und mehr als 5 Jahren Berufserfahrung.

Berufserfahrung	Kappa-Koeffizient (Übereinstimmung der Begründung zur Erneuerung)	
< 5 Jahre (n=3)	0,43±0,2	n.s.
> 5 Jahre (n=7)	0,45±0,1	

Ein Vergleich der arithmetischen Mittelwerte der Kappa-Koeffizienten der ja / nein Entscheidungen ( $0,62 \pm 0,13$ ; gute Übereinstimmung nach *Landis und Koch*) mit den Werten mit zusätzlicher Übereinstimmung der Begründung zur Erneuerung ( $0,44 \pm 0,14$ ; mittlere Übereinstimmung nach *Landis und Koch*) ergibt einen statistisch hoch signifikanten Unterschied für die 10 Zahnärzte (Abb. 23).

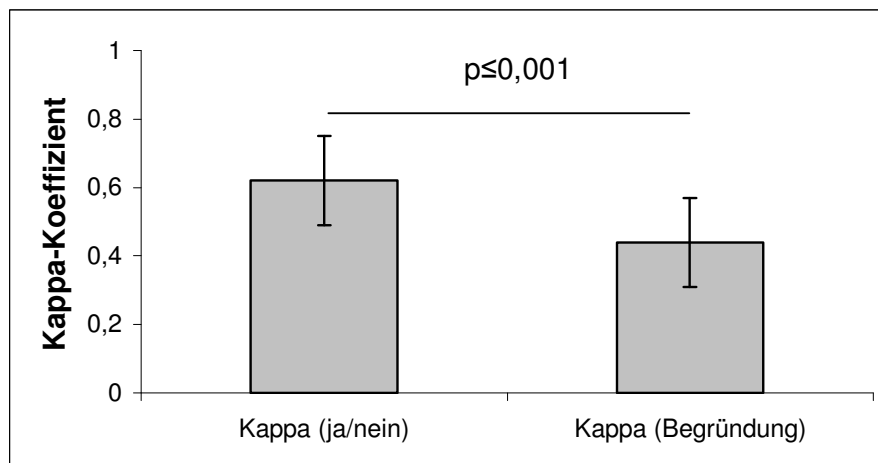


Abb.23: Arithmetische Mittelwerte der Kappa-Koeffizienten mit Standardabweichung für Kappa (ja/nein) und Kappa (Begründung).



#### 4.6 Sensitivität und Spezifität

Die Abbildungen 24 und 25 geben die Sensitivität und Spezifität der Entscheidungen der 21 Zahnärzte zur Erneuerungsbedürftigkeit der Restaurationen für die ersten und zweiten Untersuchung wieder. Die Werte für die Sensitivität schwanken zwischen 92 % und 42 %. Die Werte für die Spezifität schwanken zwischen 92 % und 15 %.

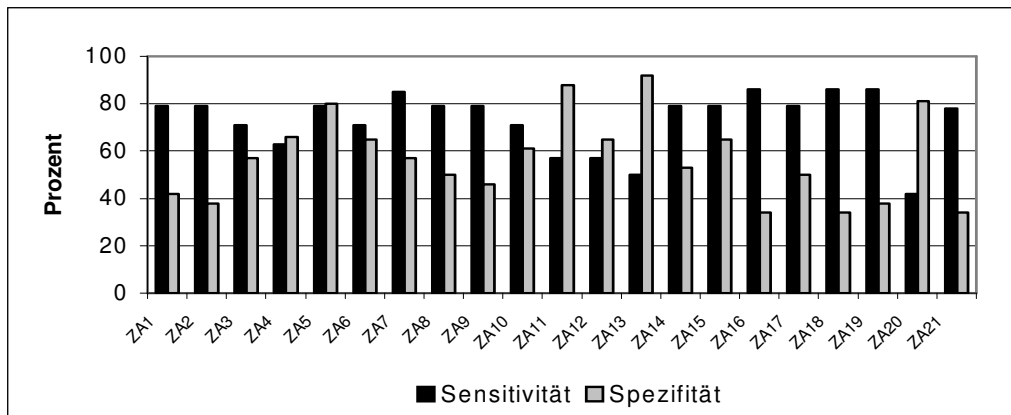


Abb.24: Sensitivität und Spezifität (%) der Entscheidungen der 21 Zahnärzte in Prozent nach der ersten Untersuchung. Zahnärzte 1–13 sind Zahnärzte aus den Unikliniken und Zahnärzte 14-21 Zahnärzte aus der Praxis.

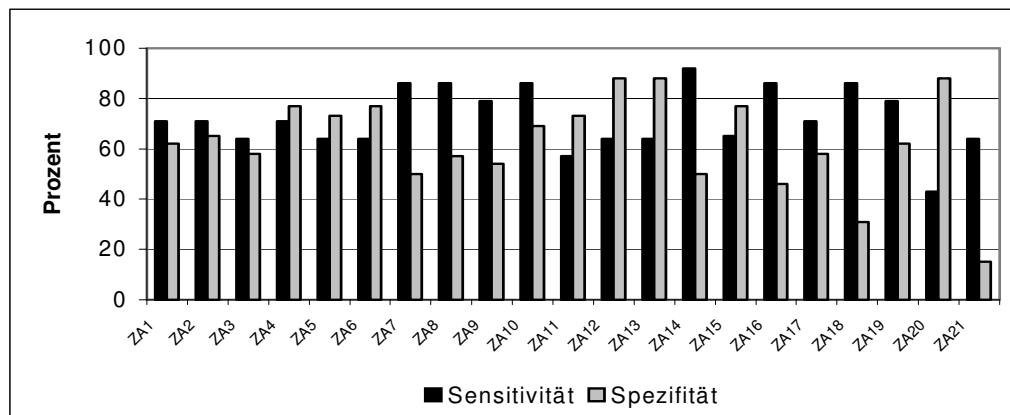


Abb.25: Sensitivität und Spezifität (%) der Entscheidungen der 21 Zahnärzte in Prozent nach der zweiten Untersuchung. Zahnärzte 1–13 sind Zahnärzte aus den Unikliniken und Zahnärzte 14-21 Zahnärzte aus der Praxis.

Tabelle 13 gibt eine Übersicht über die Mittelwerte (%) und Standardabweichungen der Spezifität und Sensitivität der Therapieentscheidungen der 21 Zahnärzte getrennt für den 1. und 2. Untersuchungszeitpunkt wieder.

*Tab.13: Mittelwerte (%) und Standardabweichungen für die Spezifität und Sensitivität der Entscheidungen der 21 Zahnärzte getrennt nach 1. und 2. Untersuchungszeitpunkt.*

	<i>Sensitivität</i>	<i>Spezifität</i>
<i>1.Untersuchungszeitpunkt</i>	<b>73,09 % ± 12,11 %</b>	<b>56,95 % ± 17,39 %</b>
<i>2.Untersuchungszeitpunkt</i>	<b>72,05 % ± 11,91 %</b>	<b>62,76 % ± 18,03 %</b>

#### 4.7 Validität der Entscheidungen

Die Abbildung 26 gibt die Kappa-Koeffizienten als Maß für die Übereinstimmung der Entscheidungen der 21 Zahnärzte mit dem histologischen Befund (Goldstandard) wieder. Aufgetragen sind die Werte für die erste und die zweite Entscheidung. Es bestehen große Unterschiede zwischen den Kappa-Koeffizienten der einzelnen Zahnärzte: die Werte schwanken zwischen 0,05 (sehr geringe Übereinstimmung) und 0,57 (mittlere Übereinstimmung). Dabei hatte der Tätigkeitsort und die Berufserfahrung keinen entscheidenden Einfluss ( $p \geq 0,05$ , n.s.) (Tab.14 und Tab.15). Nach der zweiten Untersuchung zeigten die Zahnärzte aus den Universitätszahnkliniken lediglich eine Tendenz zu einer besseren Übereinstimmung mit dem histologischen Ergebnis (Goldstandard) als die Zahnärzte aus den Praxen. Insgesamt war die Übereinstimmung der Entscheidungen aller Zahnärzte mit dem Goldstandard signifikant größer nach der zweiten Untersuchung ( $p \leq 0,05$ ).

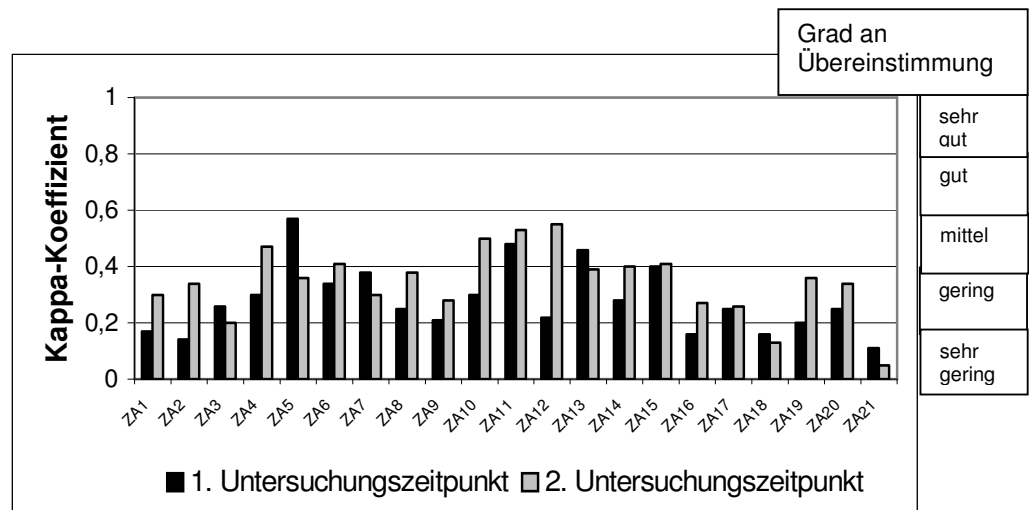


Abb.26: Kappa-Koeffizienten für die Übereinstimmung der Entscheidungen der 21 Zahnärzte nach der ersten und nach der zweiten Untersuchung mit dem histologischen Befund (Goldstandard). Zahnärzte 1-13 sind Zahnärzte aus der Klinik und Zahnärzte 14-21 sind Zahnärzte aus der Praxis.

Tab.14: Kappa-Koeffizienten und Standardabweichungen für die Übereinstimmung der Entscheidungen der 21 Zahnärzte mit dem histologischen Ergebnis (Goldstandard) nach der ersten und zweiten Untersuchung. Angegeben sind arithmetischer Mittelwert und Standardabweichung getrennt nach Zahnärzten aus Klinik und Praxis sowie insgesamt.

Tätigkeitsort	Kappa-Koeffizient (erste Untersuchung)		Kappa-Koeffizient (zweite Untersuchung)	
Klinik (n=13)	0,31±0,1	n.s.	0,38±0,1	n.s.
Praxis (n=8)	0,22±0,1		0,28±0,1	
insgesamt (n=21)		0,28±0,1	0,34±0,1	
		p≤0,05		

*Tab.15: Kappa-Koeffizienten und Standardabweichungen für die Übereinstimmung der Entscheidungen der 21 Zahnärzte mit dem histologischen Ergebnis (Goldstandard) nach der ersten und zweiten Untersuchung. Angegeben sind arithmetischer Mittelwert und Standardabweichung getrennt nach Zahnärzten mit mehr als 5 Jahren und weniger als 5 Jahren Berufserfahrung.*

<b>Berufserfahrung</b>	<b>Kappa-Koeffizient (1. Untersuchung)</b>	<b>Kappa-Koeffizient (2. Untersuchung)</b>
<b>&lt; als 5 Jahre (n=9)</b>	0,30±0,1	0,35±0,1
<b>&gt; als 5 Jahre (n=12)</b>	0,26±0,1	0,34±0,1

#### **4.8 Einfluss der Beurteilbarkeit**

Vor Beginn der 1. Untersuchung der gefüllten Zähne durch die Zahnärzte wurden entsprechend Kapitel 4.1 die Restaurationen in eindeutig und schwierig zu beurteilende Füllungen unterteilt. Demnach wurden 23 von 40 Restaurationen als eindeutig und 17 als schwierig zu beurteilen eingeschätzt. Die Tabelle 16 gibt die Kappa-Koeffizienten als Maß der Übereinstimmung der ja / nein Entscheidungen der 21 Zahnärzte nach 14 Tagen mit dem histologischen Befund getrennt für die eindeutig und schwierig zu beurteilenden Restaurationen wieder. Der Kappa-Koeffizient ist bei den eindeutig zu beurteilenden Restaurationen signifikant höher als bei den schwierig zu beurteilenden Füllungen ( $p \leq 0,001$ ).

*Tab.16: Kappa-Koeffizienten und Standardabweichungen für die Übereinstimmung der ja/nein Entscheidungen der 21 Zahnärzte nach 14 Tagen mit dem histologischen Ergebnis (Goldstandard). Angegeben sind arithmetischer Mittelwert und Standardabweichung getrennt nach eindeutig und schwierig zu beurteilenden Restaurationen.*

<b>6</b>	<b>Anzahl Restau- rationen</b>	<b>Kappa-Koeffizient</b>	
	<b>eindeutig (n=23)</b>	0,51±0,1	p≤0,001
	<b>schwierig (n=17)</b>	0,18±0,1	

## 5 Diskussion

### 5.1 Untersuchungsbedingungen

Für die Untersuchung wurden 40 mit zahnfarbenen Restaurationen versorgte, extrahierte Seitenzähne gesammelt. Es war weder bekannt, wer die Restaurationen gelegt hat, wie lange die Restaurationen in vivo waren, noch, welcher Haftvermittler oder welches Komposit verwendet wurde. Ebenso waren auch die Gründe für die Extraktion der Zähne nicht bekannt. Für die Untersuchung waren diese Informationen auch nicht von Bedeutung. Bei der Auswahl der zu untersuchenden Restaurationen wurde darauf geachtet, dass keine offensichtlich defekten Restaurationen (z.B. Teilverlust der Restauration) ausgewählt wurden.

An der visuellen Untersuchung der zahnfarbenen Restaurationen nahmen Zahnärzte aus verschiedenen Praxen und aus 2 Universitätskliniken teil. Dabei wurden die Zähne zu den Zahnärzten gebracht. Damit konnte die Untersuchung in einer den Zahnärzten vertrauten Umgebung, nämlich ihrer Arbeitsstelle, stattfinden.

In der Literatur sind keine allgemein gültige Standardbedingungen für das genaue Vorgehen und die Untersuchungsbedingungen von Untersuchungen, die der vorliegenden Studie entsprechen, beschrieben. Die meisten Autoren verzichten auf eine detaillierte Darstellung der Untersuchungsbedingungen und reduzieren sie auf eine „Untersuchung der Zähne mit Spiegel und Sonde“ (Noack und Treige, 1994). Lussi (1991) beschrieb in seiner in situ Untersuchung zur Beurteilung von Fissuren in Hinsicht auf Karies die Bedingungen insofern genauer, dass die Untersuchung in einer zahnärztlichen Einheit mit einer zahnärztlichen Lampe und Druckluft zum Trocknen der Zähne durchgeführt wurde.

In der vorliegenden Untersuchung wurden die feucht gelagerten Zähne vor Versuchsbeginn leicht getrocknet und anschließend die zahnfarbenen Restaurationen von den Zahnärzten in einem hellen Raum mit Sonde und Spiegel beurteilt. Diese Untersuchungsbedingungen wurden von den Zahnärzten

gut angenommen und daher wurde dieses Vorgehen als akzeptabel angesehen.

## 5.2 Untersuchungskriterien

Die Entwicklung und Festlegung valider Untersuchungskriterien für die klinische Beurteilung von Restaurationen ist eine schwierige Aufgabe (*Ryge, 1981*). *Ryge (1981)* hat ein Beurteilungssystem für Restaurationen entwickelt, welches bei klinischen Reihenuntersuchungen Verwendung findet. Dabei werden Klassifizierungssysteme mit Kriterien getrennt für die Beurteilung der marginalen Randadaptation, der anatomischen Form, einer Karies, der Farbgebung und einer Randverfärbung vorgegeben. Nach der jeweiligen Beurteilung werden die Restaurationen in 4 Kategorien eingeteilt: Alfa, Bravo, Charlie und Delta. Dabei gelten Restaurationen der Kategorie Alpha und Bravo als klinisch ausreichend und Charlie und Delta als nicht akzeptabel. Dieses System soll bei klinischen Reihenunteruntersuchungen die Übereinstimmung der Beurteilungen mehrerer Untersucher verbessern.

In der vorliegenden Studie sollte die visuelle Beurteilung zahnfarbener Restaurationen durch verschiedene Zahnärzte untersucht werden. Eine vorangehende Kalibrierung der Untersuchenden wurde natürlich nicht unternommen, weil ja gerade auch die interpersonellen Unterschiede in der Beurteilung von Restaurationen zwischen mehreren Zahnärzten untersucht werden sollte. Um jedoch auswertbare Ergebnisse zu erhalten, wurde die Untersuchung bis zu einem gewissen Grad standardisiert, denn vergleichbare Daten erhält man einerseits durch Standardisierung der Untersuchung, andererseits durch Verwendung eines einheitlichen Sprachschemas in der Klassifikation der Resultate (*Berger, 1974*). Daher wurden alle Teilnehmer zu Beginn der Untersuchung ausführlich instruiert. Sie wurden angewiesen eine eindeutige Entscheidung zur Erneuerungsbedürftigkeit der Restaurationen (ja /nein) zu treffen. Antworten wie „...die Restauration sollte beobachtet werden...“ waren nicht vorgesehen. Die Zahnärzte wurden aufgefordert bei einer

Entscheidung zur Erneuerung einer Restauration jeweils eine Begründung anzugeben. Dabei waren in Anlehnung an die Kriterien von *Ryge* (1981) Gründe zur Erneuerung einer Füllung vorgegeben, wobei jeweils nur ein Grund, der für den Untersuchenden entscheidende Grund, angegeben werden durfte. Mehrfachantworten waren also nicht möglich.

Entsprechend *Ryge* (1981) waren Randkaries, Randspalt und Unterschuss vorgegebene Gründe zur Erneuerung einer Restauration. Zusätzlich war noch Überschuss angegeben. Die von *Ryge* (1981) vorgeschlagenen Kriterien zur Beurteilung von Randkaries, Randspalt und Unterschuss, die letztendlich die oben beschriebene Einteilung in die Kategorien ermöglicht, wurden selbstverständlich nicht angegeben.

Die anatomische Form und die Farbe der Restaurationen sollten nicht beurteilt werden, da die Ästhetik in dieser Untersuchung keine Rolle spielen sollte und die Beziehung zu den Nachbarzähnen und Antagonisten nicht vorhanden war.

Das Kriterium Überschuss tritt bei *Ryge* (1981) nicht auf. Ein Überschuss stellt auch keinen Grund für die Erneuerung einer Restauration dar, weil man ihn beseitigen kann und eine Erneuerung der gesamten Füllung nicht indiziert ist. Eine Ausnahme ist ein nicht erreichbarer Überschuss, der eventuell einen parodontalen Schaden zur Folge haben könnte. So kann beispielsweise ein approximaler Überschuss, der durch eine eventuell nicht ausreichend abgedichtete Matrize entsteht, eine Entzündung der marginalen Gingiva begünstigen. Aber in der vorliegenden Untersuchung kommt diese Möglichkeit nicht in Frage, da alle Füllungsrän­der ausreichend zugänglich waren und die beschriebene klinische Situation nicht bestand. Dennoch wurde das Kriterium Überschuss, zwar im Vergleich zu den anderen Kriterien relativ selten, aber immerhin nach der ersten Untersuchung 27 mal und nach der zweiten Untersuchung 23 mal genannt. Es ist interessant, dass die Möglichkeit der Rekon­turierung, also des Nachbearbeitens einer Füllung, z.B. indem ein Überschuss entfernt wird, anscheinend nicht immer in Betracht gezogen wurde und die Bedeutung eines Überschuss in Hinsicht auf die Erneuerungsbedürftigkeit einer Restauration nicht immer wie gerade beschrieben gesehen wur-



de. Auf jeden Fall bleibt festzuhalten, dass in dieser Untersuchung ein Überschuss in keinem Fall ein Grund zur Erneuerung einer Füllung war. Die übrigen vorgegeben Kriterien Randkaries, Randspalt und Unterschuss sind Kriterien entsprechend *Ryge* (1981), wobei ein bis in das Dentin reichender Randspalt und ein Unterschuss, aufgrund dessen Dentin freiliegt im Rahmen dieser Untersuchung Kriterien für Erneuerungsbedürftigkeit darstellten.

### 5.3 Untersuchung der Restaurationsränder

Für die Analyse eines Füllungsrandspaltes kommen verschiedene Methoden zur Anwendung. Bekannte und anerkannte Methoden sind die quantitative Randanalyse im Rasterelektronenmikroskop (REM) und die qualitative Analyse der Ränder mit dem Farbstoffpenetrationstest.

Zur Durchführung der quantitativen Randanalyse im Rasterelektronenmikroskop (REM) werden zunächst Replika von den gefüllten Zähnen hergestellt. Anhand der Replika wird dann die gesamte Länge des Restaurationsrandes bei 50-facher Vergrößerung rasterelektronenmikroskopisch beurteilt und computergestützt der Anteil an Randspalten (Spaltbreite  $>50\text{ }\mu\text{m}$  und  $<50\text{ }\mu\text{m}$ ) in Prozent der gesamten Randlänge errechnet (*Noack, M.J. und Treige, B.*, 1994). Andere Autoren (*Ernst, C. P. et al.*, 2002, *Kidd, E.A.M. und O'Hara, J.W.*, 1990) beurteilten den Füllungsrand mit einem Stereomikroskop, um Aussagen über das Ausmaß vorliegender Randspalte zu machen. Mit dieser quantitativen Randanalyse kann jedoch keine Aussage über die Tiefe eines Randspaltes gemacht werden, der jedoch bei der Beurteilung der Erneuerungsbedürftigkeit einer Restauration die entscheidendere Rolle zukommt.

Um eine Aussage über die Tiefe eines Spaltes am Rand einer Restauration machen zu können, wird ein Farbstoffpenetrationstest durchgeführt. Dazu wird der gefüllte Zahn in eine Farblösung gelegt. Anschließend werden histologische Schnitte hergestellt, die den Füllungsquerschnitt mit seinen Rändern

darstellen und die Beurteilung der Penetrationstiefe des Farbstoffes erlauben.

In wissenschaftlichen Untersuchungen werden verschiedene, unterschiedlich konzentrierte Farbstoffe bei unterschiedlichen Kontaktzeiten für diese Farbstoffpenetrationstests verwendet. *Balkenhol et al.* (2003) verwendeten in ihrer Studie eine 0,5%ige Fuchsinlösung. Hierbei handelt es sich um einen roten Farbstoff. In der vorliegenden Arbeit wurde der blaue Farbstoff verwendet, da für den Nachweis einer Randkaries Caries Detector® – auch ein roter Farbstoff – verwendet wurde. In Anlehnung an andere Untersuchungen (*Ernst et al.*, 2002, *Szep et al.*, 2001, *Hildebrand et al.*, 1995) wurde in dieser Untersuchung zur Randspaltanalyse ein Farbstoffpenetrationstest mit Methylenblaulösung durchgeführt. Die genannten Autoren verwendeten die Lösung in 2%iger Konzentration. Während *Szep et al.* (2001) und *Hildebrand et al.* (1995) die Proben für 24 Stunden in der Lösung aufbewahrten, legten *Ernst et al.* (2002) ihre Proben zur Randspaltanalyse für nur 10 Sekunden in das Methylenblau ein. Sie begründeten diese kurze Kontaktzeit damit, dass der Farbstoff dabei nur in den Randspalt und nicht bis in das Adhäsiv diffundiert und so Missinterpretationen ausgeschlossen werden.

In der vorliegenden Studie wurden in einem Vorversuch unterschiedliche Konzentrationen und Kontaktzeiten der Methylenblaulösung mit kompositgefüllten Zähnen hinsichtlich ihrer Penetration untersucht. Dazu wurden okklusale Kavitäten mit (spaltfreie Ränder) und ohne adhäsiven Verbund (Randspalt) mit Komposit gefüllt und die Zähne anschließend entweder 10 Sekunden oder 24 Stunden in eine 2%ige bzw. 5%ige Methylenblaulösung gelegt. Nach 10 Sekunden Kontaktzeit der gefüllten Zähne mit 2%iger Methylenblaulösung war selbst bei einer Restauration mit Randspalt (fehlender adhäsiver Verbund) keine Penetration des Farbstoffes zwischen Zahnhartsubstanz und Komposit festzustellen. Sogar nach 24-stündiger Kontaktzeit mit 2%iger Methylenblaulösung war bei diesen Füllungen (fehlender adhäsiver Verbund) nur eine schwache Diffusion des Farbstoffes in den vorhandenen Randspalt zu finden.

Eine 24-stündige Kontaktzeit einer spaltfreien Restauration (adhäsiver Verbund) mit einer 5%igen Methylenblaulösung ergab auch hier keine Penetration des Farbstoffes zwischen Restauration und Zahnhartsubstanz. Lediglich bei Restaurationen mit Randspalt (fehlender adhäsiver Verbund) war eine eindeutige Penetration des Farbstoffes um die gesamt okklusale Füllung herum feststellbar. Ein Farbstoffpenetrationstest mit 5%igem Methylenblau und einer Kontaktzeit des Farbstoffes von 24 Stunden erschien daher optimal, eine Penetration des Farbstoffes in einen spaltfreien Rand zu verhindern und gleichzeitig eine ausreichende Penetration in einen vorhandenen Randspalt zu garantieren.

Nachteil der Randspaltanalyse mit dem Farbstoffpenetrationstest ist, dass das Ergebnis abhängig von der Lokalisation des Schnittes ist (*Ernst et al.*, 2002). Es kann keine Aussage über die Bereiche zwischen den Schnitten getroffen werden. Das bedeutet, dass bei der qualitativen Randspaltanalyse der Rand der Restauration nur ausschnittsweise beurteilt werden kann. *Ernst et al.* (2002) empfehlen daher eine zusätzliche quantitative Randanalyse. Die Aspekte der quantitativen Randanalyse sind jedoch für die vorliegende Untersuchung nicht relevant, denn nicht die Länge des Füllungsrandspaltes ist für die Erneuerungsbedürftigkeit einer Restauration entscheidend, sondern die Tiefe des Spaltes. Daher wurde im Rahmen dieser Untersuchung auf eine quantitative Randanalyse verzichtet.

Bei der Herstellung der Zahnschnitte wurde darauf geachtet, möglichst viele Schnitte herzustellen und die Schnitte durch an der Füllungsoberfläche sichtbare Randspalte zu legen. Außerdem wurden hinsichtlich einer Randkaries auffällige Bereiche erfasst, da neben der Randspaltanalyse die Restaurationen zusätzlich hinsichtlich Randkaries untersucht werden sollten.

Der Nachweis einer Füllungsrandkaries erfolgte mit Caries Detector<sup>®</sup>, einer Lösung aus 0,1%igem Säurerot. Die Schnittflächen der Proben wurden damit benetzt und die Lösung nach 10 Sekunden mit Wasserspray wieder abgespült. Dadurch wurde nekrotisches und bakteriell infiziertes Dentin rot angefärbt. Caries Detector<sup>®</sup> ist ein klinisch anerkanntes Produkt zum Darstellen von Dentinkaries und wird routinemäßig in der Praxis eingesetzt. Auch in der

vorliegenden Untersuchung stellte sich die Verwendung von Caries Detector® als unkompliziertes und sicheres Vorgehen zur Darstellung von Karies dar.

#### **5.4 Zuverlässigkeit der Therapieentscheidungen**

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass es zwischen den 21 Zahnärzten – unabhängig von ihrer Tätigkeit in einer Praxis oder in einer Universitätszahnklinik – große Unterschiede hinsichtlich ihrer Therapieentscheidung gibt. Die Anzahl der als insuffizient eingeschätzten Restaurationen schwankte nach der Beurteilung der 40 Restaurationen zwischen 8 und 33. Damit bestätigen sich die Ergebnisse früherer in vitro- und in situ Untersuchungen.

In einer in vitro Untersuchung von *Merrett und Elderton* (1984) wurden 288 extrahierte Zähne, die mit Amalgam oder zahnfarbenem Material gefüllt waren, von neun Zahnärzten hinsichtlich der Entscheidung über den Ersatz der Restaurationen untersucht. Die Anzahl der zu ersetzenden Restaurationen variierte zwischen 28 und 119.

In der in vitro Untersuchung von *Tveit und Espelid* (1992) wurden 77 Amalgamrestaurationen der Klasse II sowohl röntgenologisch als auch visuell von 15 Zahnärzten hinsichtlich ihrer Erneuerungsbedürftigkeit untersucht. Auch hier variierte die Anzahl der zu ersetzenden Restaurationen erheblich. Sie variierte zwischen 27 und 49.

In einer klinischen Untersuchung (*Elderton und Nuttall*, 1983) wurden 18 Probanden von 7 niedergelassenen Zahnärzten und 8 Mitarbeitern einer Klinik untersucht. Auch hier gab es große inter-individuelle Unterschiede hinsichtlich der Anzahl der zu versorgenden Zahnflächen, die zwischen 20 und 153 variierte. Nur 2 Zahnflächen wurden von allen beteiligten Zahnärzten übereinstimmend als behandlungsbedürftig angesehen. Über die untersuchten Restaurationsmaterialien wurden keine Angaben gemacht.

In einer Untersuchung von *Noack und Treige* (1994) wurden die Kompositrestaurationen von 200 extrahierten Frontzähnen von 20 Zahnärzten (10 Zahnärzte aus der Praxis und 10 Zahnärzte aus einer Universitätsklinik) untersucht. Auch hier fanden sich große Unterschiede hinsichtlich der Therapieentscheidungen der einzelnen Zahnärzte: die Anzahl der als insuffizient eingeschätzten Füllungen schwankte zwischen 27 und 142. Dabei hatte die Tätigkeit in einer Praxis oder in einer Universitätsklinik keinen Einfluß auf die Daten und entspricht dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchung.

Es liegen bisher keine entsprechenden Untersuchungen zur Beurteilung zahnfarbenen Seitenzahnrestaurationen vor. Die Untersuchung von *Noack und Treige* (1994) unterscheidet sich insofern von der vorliegenden Untersuchung, dass dort zahnfarbene Frontzahnrestaurationen untersucht wurden. Außerdem wurde bei ihnen zur Überprüfung der Validität der visuellen Diagnosen lediglich eine quantitative Randspaltanalyse durchgeführt. Das bedeutet, dass über die Tiefe der vorhandenen Randspalte und über das Vorhandensein einer Randkaries, die einen offensichtlichen Grund zur Erneuerung einer Restauration darstellt, keine Aussage gemacht werden konnte.

#### **5.4.1 Interpersonelle Übereinstimmung**

In der vorliegenden Untersuchung stimmte nach der ersten visuellen Untersuchung der 40 Restaurationen bei der Beurteilung einer Restauration die Therapieentscheidung aller 21 Zahnärzte zum Belassen einer Füllung und bei zwei Restaurationen die Therapieentscheidung zur Erneuerung überein, wobei hier jedoch die Begründung zur Erneuerung variierte. Während beispielsweise 13 Zahnärzte die gleiche Restauration aufgrund einer Randkaries erneuern wollten, sahen 6 Zahnärzte einen Randspalt als Grund für die Erneuerung an und 2 Zahnärzte wollten die gleiche Füllung aufgrund eines Unterschusses erneuern. Es existieren große Unterschiede zwischen den Zahnärzten bei der Beurteilung der Erneuerungsbedürftigkeit und bei der Begründung der Erneuerungsbedürftigkeit.

Vor der visuellen Untersuchung der Restaurationen durch die Zahnärzte wurden die gefüllten Zähne mit einem Lichtmikroskop in Hinsicht auf ihre Erneuerungsbedürftigkeit beurteilt und in eindeutig und schwierig zu beurteilende Restaurationen eingeteilt. Es fällt auf, dass die 21 Zahnärzte bei der Beurteilung der als vorab als eindeutig zu beurteilende Restaurationen tendenziell eine größere Übereinstimmung zeigten als bei den schwierig zu beurteilenden Füllungen. Die Begründungen zur Erneuerung der Restaurationen variierten jedoch unabhängig vom Schweregrad der Beurteilung.

#### 5.4.2 Intrapersonelle Übereinstimmung

Entsprechend der Untersuchung von *Noack und Treige* (1994) variierte in der vorliegenden Untersuchung auch die Übereinstimmung der eigenen Entscheidung der einzelnen Zahnärzte nach einer zweiten Untersuchung der gleichen Zähne in neuer Reihenfolge, aber unter ansonsten gleichen Untersuchungsbedingungen.

Um die Variabilität der Entscheidungen statistisch beschreiben zu können, wurde, wie auch in der Untersuchung von *Noack und Treige* (1994), in dieser Untersuchung als Maß für die Urteilsübereinstimmung der von *Cohen* (1960) vorgeschlagene Kappa-Koeffizient verwendet. Dabei wird von dem Anteil an beobachteten Übereinstimmungen der zu erwartende Zufallsanteil abgezogen und die Differenz ins Verhältnis zur maximal möglichen Abweichung gesetzt. Für die Interpretation der zwischen 0 und 1 schwankenden Koeffizienten geben *Landis und Koch* (1977) die im Ergebnisteil in Abbildung 21, 22 und 26 verwendete Klassifikation an. In der vorliegenden Untersuchung hatte demnach 1 Zahnarzt einen geringen Grad an Übereinstimmung, 6 Zahnärzte einen mittleren, 13 Zahnärzte einen guten und ein Zahnarzt sogar einen sehr guten Grad an Übereinstimmung. Die Übereinstimmung der eigenen Therapieentscheidung nach 14 Tagen war damit bei 62% der Zahnärzte gut.

Zusammenfassend kann man sagen, dass es hinsichtlich der Therapieentscheidungen – unabhängig von der Tätigkeit – große Unterschiede zwischen den 21 Zahnärzten gab, wobei jedoch die Zuverlässigkeit der eigenen Entscheidung der einzelnen Zahnärzte insgesamt besser war.

Dieses Ergebnis macht deutlich, dass es offenbar an echten Kriterien, die die Erneuerungsbedürftigkeit von Restaurationen beschreiben, mangelt. Die bisher verfügbaren klinischen Qualitätskriterien (*Ryge, 1974, Ryge, 1981*) werden eher für Materialvergleiche oder klinische Reihenuntersuchungen als in der alltäglichen Praxis verwendet. In zahnmedizinischen Lehrbüchern ist das technische Vorgehen bei der Erneuerung einer Restauration detailliert beschrieben, aber Aussagen darüber, wann eine Füllung erneuerungsbedürftig ist, gibt es nicht. Das führt dazu, dass jeder Zahnarzt aufgrund seiner eigenen Erfahrungen eine eigene Bewertungsstrategie entwickelt und nach eigenem, gleichem Konzept die Restaurationen beurteilt. Daher ist die Wiederholbarkeit der eigenen Therapieentscheidung in den meisten Fällen gut. Die Konzepte der einzelnen Zahnärzte unterscheiden sich jedoch. Einige Zahnärzte beobachten eine hinsichtlich der Erneuerungsbedürftigkeit fragwürdig erscheinende Restauration und entscheiden sich daher nicht für die Erneuerung, während andere Zahnärzte kein Risiko eingehen und die gleiche Restauration direkt austauschen. Dies führt wiederum zu der großen Variabilität bei den Therapieentscheidungen der Zahnärzte untereinander.

Im klinischen Alltag muss bei der Begutachtung von Behandlungsplanungen und –resultaten mit großen Unterschieden gerechnet werden. Sicherlich werden häufig Restaurationen als insuffizient eingeschätzt und unnötig erneuert. Es ist notwendig, dass jeder Zahnarzt seinen eigenen Entscheidungen kritisch gegenübersteht, indem überlegt wird, ob die Erneuerung einer Restauration die Lebensdauer eines Zahnes wirklich immer erhöht. Wenn man bedenkt, dass z.B. im Jahr 2002 in Deutschland laut Statistik der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung insgesamt ungefähr 60 Millionen Restaurationen gelegt wurden, wird deutlich, dass für die Zukunft eine Evaluation

über die Anzahl der Füllungen, die zu „unrecht“ erneuert worden sind, sicherlich hilfreich und interessant wäre.

### 5.4.3 Sensitivität und Spezifität

Die Sensitivität der Entscheidungen, das heißt, eine insuffiziente Restauration auch richtig als erneuerungsbedürftig zu erkennen, lag nach der ersten Untersuchung durchschnittlich bei 73% und nach der zweiten Untersuchung bei 72%. Die Spezifität der Entscheidungen, das heißt, eine intakte Restauration auch richtig als nicht erneuerungsbedürftig zu erkennen, lag nach der ersten Untersuchung durchschnittlich bei 56% und nach der zweiten Untersuchung bei 62%. Auch hier gab es Unterschiede zwischen den einzelnen Zahnärzten. Es gab Zahnärzte mit einer Sensitivität von über 90% und weniger als 45% und Zahnärzte mit einer Spezifität von über 90% und weniger als 20%.

Durch die histologische Untersuchung der gefüllten Zähne nach ihrer visuellen Untersuchung durch die Zahnärzte wurde ein Goldstandard festgelegt, auf den sich die Werte für die Sensitivität und Spezifität beziehen. Es stellt sich die Frage, ob dieser Goldstandard immer „goldrichtig“ ist. Die Problematik der histologischen Untersuchungskriterien sind in Kapitel 5.3 ja schon beschrieben worden. Das Vorgehen bei der histologischen Untersuchung erlaubte nur eine ausschnittsweise Beurteilung der Restaurationen hinsichtlich Karies am Restaurationsrand und Randspaltbildung. Außerdem wurde einfach davon ausgegangen, das entsprechend *Ryge* (1981) ein bis in das Dentin reichender Randspalt ein Kriterium für Erneuerungsbedürftigkeit darstellt. Die Frage, ob eine Restauration mit einem bis in das Dentin reichenden Randspalt unbedingt erneuert werden muss, ist bislang nicht geklärt.

Hingegen ist das Vorliegen einer Randkaries am Restaurationsrand ein eindeutiges Kriterium für die Erneuerung einer Füllung. Aber so eindeutig das Kriterium auch ist, die Diagnose stellt sich in der Praxis oftmals als sehr schwierig heraus.



## 5.5 Klinische Bedeutung der Diagnose Randspalt

Neben eindeutigen Kriterien, die die Erneuerungsbedürftigkeit von Kompositfüllungen beschreiben, fehlen bisher Kriterien, die nicht nur morphologische, sondern auch biologische bzw. bakteriologische Informationen über das vorhandene Kariesrisiko berücksichtigen (*Merrett und Elderton*, 1984). Außerdem sind zu dieser Problematik vorwiegend Amalgamfüllungen untersucht worden. In der Regel wird dabei eine schlechte Korrelation zwischen Randadaptation bzw. Spaltbreite einerseits, sowie der nachweisbaren Randkaries andererseits festgestellt (*Söderholm et al.*, 1989). Demnach ist die Erneuerung einer Amalgamfüllung allein aufgrund einer schlechten Randmorphologie nicht mehr gerechtfertigt.

Die Beurteilungskriterien für Amalgamfüllungen lassen sich nicht ohne weiteres auf Kompositfüllungen übertragen. Es gibt kaum Information über die klinische Bedeutung von Randspalten bei Kompositfüllungen, nur insofern, dass das Vorhandensein eines Randspaltes für Kompositfüllungen kritischer eingeschätzt werden muss, da es stärker zu einer bakteriellen Penetration und damit eher zu einem Risiko für eine Pulpaschädigung kommt (*Bergenholtz et al.*, 1982, *Brännström und Nordenvall*, 1978, *Buchmann et al.*, 1992). Ein Vergleich der Mikroflora unter Kompositfüllungen mit der unter Amalgamfüllungen hat ergeben, dass unter Kompositfüllungen bis zu 8 mal mehr Mikroorganismen zu finden sind (*Splieth et al.*, 2003). In dieser Untersuchung wurden 10 erneuerungsbedürftige Restaurationen aus Komposit und 5 aus Amalgam entfernt, eine Dentinprobe aus der Kavität entnommen und anschließend mikrobiologisch untersucht. Im Vergleich zu Amalgam war die mikrobielle Artenvielfalt unter den Kompositrestaurationen größer und der in infizierten Wurzelkanälen ähnlich. Es fanden sich unter anderem anaerobe gram-negative Bakterien. Die mikrobielle Flora unter den Amalgamrestaurationen war der einer Dentinkaries oder Plaque ähnlich. Anaerobe und fakultativ anaerobe gram-positiven Stämme waren in der Überzahl. Die Autoren konnten eine Korrelation zwischen der Anzahl von Bakterienstämmen und der Kariesaktivität und dem Restaurationsmaterial herstellen. Die Anzahl an-

aerober Stämme stand in Korrelation zur Kariesaktivität und Lokalisation der Karies. Die Autoren folgern aus ihrer Untersuchung, dass Kompositrestaurationen mit Randspalten das Wachstum kariogener, obligat anaerober und potentiell pulpatoxischer Bakterien unterstützt.

In der vorliegenden Studie waren nach histologischer Auswertung 14 von 40 Füllungen erneuerungsbedürftig. Bei 13 von diesen 14 Zähnen wurde ein bis in das Dentin reichender Randspalt mit Hilfe des Farbstoffpenetrationstests festgestellt und bei nur einem Zahn eine Sekundärkaries am Füllungsrand. Dieses Ergebnis könnte bedeuten, dass es ähnlich wie es für Amalgamfüllungen schon beschrieben wurde (*Söderholm*, 1989) eine schlechte Korrelation zwischen Randadaptation bzw. Spaltbreite einerseits, sowie der nachweisen Randkaries andererseits auch für Kompositfüllungen gibt. Es besteht ein großer Bedarf an weiteren Untersuchungen, die sich mit der klinischen Bedeutung von Randspalten bei Kompositfüllungen beschäftigen.

## **5.6 Problematik der Randspaltdiagnose und der Diagnose einer Sekundärkaries am Restaurationsrand**

Neben der hinsichtlich seiner klinischen Bedeutung immer noch unklaren Diagnose eines Randspaltes bei Kompositfüllungen erweist sich die visuelle Diagnose oftmals problematisch. Entsprechend den klinischen Kriterien nach *Ryge* (1981) ist ein bis in das Dentin reichender Randspalt ein Kriterium für die Erneuerungsbedürftigkeit einer Füllung. Aber die Tiefe eines Randspaltes lässt sich bei zahnfarbenen Restaurationen visuell kaum feststellen.

Im Gegensatz zur Diagnose einer Primärkaries gibt es über die Sekundärkaries am Füllungsrand nur wenig Literatur. Dabei gilt die Mehrzahl aller Füllungen heute dem Ersatz insuffizienter Füllungen und daher kommt der Diagnose einer Sekundärkaries auf keinen Fall eine geringere Bedeutung zu als der Diagnose einer Primärkaries.

Im Grunde unterscheidet sich die Sekundärkaries klinisch nur dadurch von einer Primärkaries, dass sie in unmittelbarer Nachbarschaft zu einer Füllung auftritt (*Kidd*, 2001). Daher weisen - wie auch bei der Primärkaries - eine

Kavitation, eine opake Verfärbung oder eine deutlich unterminierend durchschimmernde Verfärbung auf eine Sekundärkaries hin. Da die Füllungsrande bei zahnfarbenen Restaurationen häufig verfärbt sind, ist es in der Praxis oft schwierig, eine schlichte Verfärbung von einer Randkaries abzugrenzen. Die Schwierigkeit der Diagnose einer Füllungsrandkaries liegt zusätzlich darin, dass sie nicht nur auf der Zahnoberfläche am Rand der Restauration vorkommt, sondern auch tiefer im Spalt als Wandläsion (*Hals und Kvinnsland, 1974*). Also muss die Sekundärkaries klinisch nicht unbedingt sichtbar sein oder als unterminierend auftretende Verfärbung den Verdacht auf eine Randkaries erwecken.

Die Beurteilung einer Kompositrestauration hinsichtlich ihrer Erneuerungsbedürftigkeit scheint auf den ersten Blick einfach zu sein. Die Restauration sollte intakt, randspaltfrei und kariesfrei sein. Aus dem Dargestellten wird jedoch schnell klar, dass eine so einfache Abgrenzung nicht immer möglich ist und damit die Therapieentscheidung zum Ersatz einer Restauration schwierig wird.

## 5.7 Entscheidungsfindung

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass es große Unterschiede zwischen den Therapieentscheidungen von Zahnärzten gibt, dass aber auch die eigene Entscheidung nach 14 Tagen nicht immer reproduzierbar ist.

Mit Sicherheit spielt dabei der Mangel an klinischen Kriterien zur Erneuerungsbedürftigkeit von zahnfarbenen Restaurationen und auch die häufig bestehenden Probleme bei der Randspaltdiagnose und bei der Diagnose einer Sekundärkaries eine Rolle. Aber es stellt sich die Frage, ob es nicht noch andere Faktoren gibt, die Therapieentscheidungen beeinflussen können.

Informationen sind niemals vollständig (*Simon, 1997*). Sie sind ihrem Wesen nach unendlich, können stets erweitert, ergänzt und modifiziert werden. Wer

darauf warten wollte, alle Informationen zu finden, die für ein komplexes System wichtig sind, der könnte niemals eine Entscheidung treffen. Da man also eine Grenze ziehen muss und niemals alle Daten zusammenbekommt, die eine objektiv absolut rationale Lösung zuließen, ist jede Entscheidungsfindung unaufhebbar subjektiv, unaufhebbar intuitiv. Jede Entscheidung ist ein Gemisch aus Rationalität und Intuition, aus Verstand und Gefühl. Jedes menschliche Denken und Tun wäre gänzlich undenkbar ohne Analyse oder gänzlich ohne Intuition. Dabei gehen sie je nach Anforderung, Lage oder Laune unterschiedlichste Mischungsverhältnisse ein. Wie die Prozesse des dauernden Wechselns und Überlagerns von Analyse und Intuition im Einzelnen organisiert sind, welche internen Vorgänge daran beteiligt sind, welche spezifischen Funktionen dabei „äußere Objekte“ und Ereignisse übernehmen, in welcher Weise die verschiedenen Gehirnregionen daran beteiligt sind, ist letztendlich nicht geklärt (*E.-D. Lantermann: Bild und Handlung - Annäherung an eine Bildwissenschaft aus psychologischer Perspektive. Vortrag im Rahmen der Tagung „Bildwissenschaft“ vom 11.-13.2.2004 an der Kunsthochschule Kassel, unveröffentlicht*).

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass je eindeutiger die Situation ist, die es zu entscheiden gilt, desto größer ist die Übereinstimmung der Entscheidungen zwischen mehreren Untersuchern. In diesem Fall scheint das Mischungsverhältnis zwischen Analyse und Intuition zugunsten der Analyse zu gehen. Die Bewertung kann strukturierter und formalisierter geschehen. Bei schwierig zu entscheidenden Situationen ist die Übereinstimmung zwischen mehreren Untersuchern schlechter. Mit Sicherheit überwiegt hier bei der Entscheidungsfindung die Intuition, die die Entscheidung „mehr subjektiv“ werden lässt. Eine logische Ordnung lässt sich bei der Betrachtung der Situation nicht erkennen und damit wird eine eher rationale Entscheidung nicht möglich.

Die Therapieentscheidung für eine Füllung, die weder als eindeutig suffizient oder insuffizient eingeschätzt werden kann, kann nicht logisch begründet werden. Im Zweifelsfall wird man sie intuitiv „prophylaktisch“ erneuern, weil man sicher gehen will, dass das Belassen der Füllung nicht die falsche Ent-

scheidung war. Aber auch äußere Umstände nehmen vielleicht insofern Einfluss auf die Entscheidung, das jemand, der sich vor der nächsten Untersuchung eines Patienten mit einem vorbildlich gepflegtem Gebiss mit nahezu perfekten Restaurationen beschäftigt hat, sich in einem anschließenden fragwürdig erscheinenden Fall, der vielleicht auch ästhetisch nicht sehr ansprechend ist, intuitiv eher für die Erneuerung der Füllung entschließen wird. Auf der anderen Seite entscheidet jemand, der sich mit einem vernachlässigtem Gebiss beschäftigt hat anschließend im gleichen Fall, wie zuvor genannt, für das Belassen dieser Füllung.

In der gerade beschriebenen Entscheidungssituationen müssen Alternativen bewertet werden. Dies geschieht entweder, indem mit Versuch und Irrtum gearbeitet wird oder routinemäßig, indem nach Erfahrungsmustern auf Bewährtes zurückgegriffen wird. Diese Art der Bewertung geschieht bisweilen bewusst, oft aber auch unbewusst, selten aber formalisiert oder strukturiert. In jedem Fall wird eine Relation zwischen dem wertenden Subjekt und einem gewerteten Objekt hergestellt. Erst wenn man gefragt wird, warum man denn so und nicht anders entschieden habe, forscht man nach Gründen, also Strukturen. Dabei wird meist klar, dass die intuitive Bewertung aus komplizierten Wechselwirkungen zwischen indikativen und normativen, zum Teil auch emotionalen Elementen besteht.

In dieser Studie entschieden sich die Zahnärzte nach der zweiten visuellen Untersuchung der gefüllten Zähne signifikant häufiger zum Belassen der Füllungen. Warum wollten sie nach der ersten Untersuchung mehr Füllungen erneuern? Eine Erklärung könnte sein, dass die Zahnärzte sich vor der ersten Untersuchung in einer Prüfungssituation sahen und ihre Sache „besonders gut“ machen wollten. Daher waren sie vielleicht besonders „kritisch“. Bei der zweiten Untersuchung war die Erwartungshaltung nicht mehr ganz so hoch und die Situation schon bekannt. Die Untersuchung hat an „Spannung“ verloren und ist ein bisschen „normaler“ geworden.

Aber auch bei eindeutig erscheinenden Fällen waren sich in der vorliegenden Untersuchung nicht immer alle 21 Zahnärzte einig und auch bei der eigenen

Entscheidung gab es nach 14 Tagen Unterschiede. Wie kommt es, dass eine Füllung, die vorab lichtmikroskopisch als einwandfrei eingestuft wurde, nach der ersten Untersuchung auch von allen Zahnärzten als solche angesehen wurde, nach der zweiten Untersuchung von einem Zahnarzt dann doch als erneuerungsbedürftig eingeschätzt wurde? Eigentlich sollte die anatomische Form und die Farbe der Füllungen nicht mitbeurteilt werden. Aber das ästhetische Empfinden lässt sich anscheinend nicht einfach so abstellen und nimmt einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Entscheidungsfindung. So sagte eine Zahnärztin nach der ersten Beurteilung der Füllungen: „Am liebsten hätte ich alle Füllungen erneuert. Von diesen Füllungen möchte ich nicht eine in meinem Mund haben.“ Diese Aussage macht deutlich, dass sie sich der vorgegebenen Beurteilungskriterien zur Erneuerung der Restaurationen sehr wohl bewusst war, sich auch bemüht hat, die anatomische Form und die Farbe der Füllungen nicht in ihre Bewertung einzubeziehen, aber sie sich einfach nicht ganz frei von ihrem ästhetischen Empfinden rationell für oder gegen eine Erneuerung entsprechend den vorgegebenen Kriterien entscheiden konnte.

Die Entscheidung eines Zahnarztes zum Ersatz einer Restauration unterliegt einer Vielfalt von Einflüssen, die neben einem Mangel an validen Kriterien zur Erneuerungsbedürftigkeit von Restaurationen, die hohe Variabilität der zahnärztlichen Therapieentscheidungen entscheidend mit beeinflussen. Während an klinischen Qualitätskriterien von Restaurationen gearbeitet werden kann, ist es schwierig, individuelle Einflüsse, die auf jeden einzelnen Zahnarzt einwirken, so zu beeinflussen, dass eine größere Übereinstimmung der Therapieentscheidungen erreicht wird.

## 6 Zusammenfassung

Während sich zahlreiche Untersuchungen mit der Variabilität der Therapieentscheidungen zum Ersatz von Amalgamrestorationen beschäftigt haben, fehlen entsprechende Studien zu zahnfarbenen Seitenzahnrestorationen. Daher war es das Ziel dieser Studie, die Zuverlässigkeit und die Validität von zahnärztlichen Therapieentscheidungen für den Ersatz zahnfarbener Restaurationen zu untersuchen. Außerdem sollte ein möglicher Einfluss der zahnärztlichen Tätigkeit in einer Universitätszahnklinik oder einer Praxis untersucht werden. Dazu wurden 40 extrahierte und mit zahnfarbenen Restaurationen versorgte Zähne je zweimal in einem Abstand von 14 Tagen von 21 Zahnärzten visuell beurteilt und die Gründe (Randspalt, Randkaries, Über- und Unterschuss) für einen notwendigen Ersatz dokumentiert. Die Farbe und anatomische Form sollte nicht beurteilt werden. Nach 24 Stunden Anfärben mit 5%igem Methylenblau wurden die Zähne geschnitten und auf Randspalten analysiert. Anschließend wurden die Zahnschnitte mit Caries Detector® angefärbt und hinsichtlich einer Randkaries untersucht. Der histologische Befund wurde als Goldstandard festgelegt, wobei entsprechend den *Ryge* Kriterien (1981) ein Randspalt bis in das Dentin oder eine Karies am Restaurationsrand als Kriterium für die Erneuerungsbedürftigkeit angesehen wurde. Demnach waren von 40 Restaurationen 14 Restaurationen erneuerungsbedürftig. Die Anzahl auszutauschender Restaurationen variierte nach visueller Beurteilung zwischen 8 und 33 (20 – 82,5%). Die Zuverlässigkeit der eigenen Therapieentscheidungen der Zahnärzte waren überwiegend gut: die Kappa-Koeffizienten als Maß der Übereinstimmung der Therapieentscheidung aus 1. und 2. Untersuchung für die einzelnen Zahnärzte schwankte zwischen 0,34 (gering) und 0,81 (sehr gut). Die Kappa-Koeffizienten als Maß für die Übereinstimmung der visuellen Entscheidung mit dem histologischen Befund schwankten zwischen 0,05 (sehr gering) und 0,57 (mittel) und war damit insgesamt als gering einzustufen. Die Tätigkeit der Zahnärzte hatte keinen Einfluss auf die Daten. Die Ergebnisse zeigen, dass offensichtlich eindeutige Kriterien zum Ersatz zahnfarbener Restaurationen fehlen.

## Summary

Numerous studies deal with variations between dentists in diagnosis and replacement decisions of amalgam restorations, but there is rare information regarding tooth coloured restorations. Therefore, the aim of this study was to examine the reliability and validity of replacement decisions of tooth coloured restorations. The study also sought to evaluate, if there is any difference between dentists working in general dental practice or in a dental school. 40 extracted premolars and molars with tooth coloured restorations were visually diagnosed by 21 dentists. After 14 days the restorations were reinvestigated by the same dentists. Reasons for replacement (marginal gap, secondary caries, overhang and submargination) had to be given. The colour and anatomical form of the restorations should not be considered. The results from visual examination were compared to histological findings. Teeth were immersed in 5% methylene blue for 24 hours, cut and examined with respect to marginal gaps, and, after staining with Caries Detector<sup>®</sup>, with respect to secondary caries. The diagnostic findings were determined as gold standard, according to Ryge (1982) marginal gap reaching the dentine or caries at the marginal gap were criteria for replacement. Thus, 14 of 40 restorations were in need of replacement. After visual diagnosis the number of replacement decisions varied from 8 to 33 (20 – 82.5%). Intra-examiner reproducibility was predominantly good: kappa coefficients ranged between 0.34 (fair) and 0.81 (almost perfect). Overall agreement between visual examination and histological findings was fair: kappa coefficients ranged between 0.05 (slight) und 0.57 (moderate). There was no difference between dentists working in general dental practice or in a dental school. The results indicate that valid criteria for replacement of tooth coloured restorations should be developed.



## 7 Literaturverzeichnis

1. Anusavice, K.J.: Quality evaluation of dental restorations. Quintessence, Chicago (1989)
2. Balkenhol, M., Fischer, K., Ferger, P., Wöstmann, B.: Randdichtigkeit von IPS-Empress-Keramik-Inlays nach 2-jähriger Wasserlagerung mit und ohne thermische Wechselbelastung. Dtsch Zahnärztl Z 58, 522 (2003)
3. Baratieri, L.N., Ritter, A.V.: Four-year clinical evaluation of posterior resin-based composite restorations placed using the total-etch technique. J Esthet Restor Dent 13, 50 (2001)
4. Bergenholtz, G., Cox, C. F., Loesche, W.J., Syed, S.A.: Bacterial leakage around dental restorations: its effects on the dental pulp. J Oral Pathol 11, 439 (1982)
5. Berger, H.: Untersuchungsmethode und soziale Wirklichkeit. Edition Suhrkamp 712, S. 99, Erste Auflage (1974)
6. Brännström, M., Nordenvall, K.J.: Bacterial penetration, pulpal reaction and the inner surface of enamel bond. J.Dent Res 57, 3 (1978)
7. Buchmann, G., Klimm, W., Gabert, A., Edelmann, J.: Detection of microecological phenomena in filled teeth. Microbial Ecology in Health and Disease 3, 51 (1990)
8. Buchmann, G., Klimm, W., Geurtsen, W.: Der Füllungsrandspalt und dessen mikroökologische Bedeutung. Dtsch Zahnärztl Z 47, 188 (1992)

9. Cagidiaco, M.C., Ferrari, M., Vichi, A., Davidson, C.L.: Mapping of tubule and intertubule surface areas available for bonding in ClassV and Class II preparations. *J Dent* 25, 379 (1997)
10. Carvalho, J.C., Thylstrup, A., Ekstrand, K.R.: Results after 3 years of non-operative occlusal caries treatment of erupting permanent first molars. *Community Dent Oral Epidemiol* 20, 187 (1991)
11. Cohen, J.: A coefficient of agreement for normal scales. *Educ Psychol Measmt* 20, 37 (1960)
12. Downer, M. C., Azli, N.A., Bedi, R., Moles, D. R., Setchell, D.J.: How long do routine dental restorations last? A systematic review. *Br Dent J* 187, 432 (1999)
13. Elderton, R.J., Variability among dentists in planning treatment. *Br D J* 154, 201 (1983)
14. Elderton, R.J.: Variability in the decisions-making process and implications for change towards preventive philosophy. In: Anusavice, K.J. (Hrsg.): *Quality evaluation of dental restorations*. Quintessence, Chicago, 112 (1989)
15. Elderton, R.J., Nuttall, N.M.: Variation among dentists in planning treatment. *Br Dent J* 154, 201 (1983)
16. Ernst, C.P., Cortain, G., Spohn, M., Rippin, G., Willershausen, B.: Marginal integrity of different resin-based composites for posterior teeth: an in vitro dye-penetration study on eight resin-composite and compomer-/adhesive combinations with a particular look at the additional use of flow-composites. *Dent Mat* 18, 351 (2002)

17. Friedl, K.H., Hiller, K.A., Schmalz, G.: Placement and replacement of composite restorations in Germany. *Oper Dent* 20, 34 (1995)
18. Frost, P.M.: An audit on the placement and replacement of restorations in a general dental practice. *Prim Dent Care* 9, 31 (2002)
19. Gaengler, P., Hoyer, I., Montag, R.: Clinical evaluation of posterior composite restorations: the 10-year report. *J Adhes Dent* 3, 185 (2001)
20. Geurtsen, W., Schoeler, U.: A 4-year retrospective clinical study of Class I and Class II composite restorations. *J Dent* 25, 229 (1997)
21. Goldberg, J., Tanzer, J., Munster, E., Amara, J., Thal, F., Birkhed, D.: Cross-sectional clinical evaluation of recurrent caries restoration of marginal integrity, and oral hygiene status. *J Amer Dent Assoc* 102, 635 (1981)
22. Häfer, M., Merte, K.: Fehlerraten von Kompositrestaurationen der Kavitätentklassen I, II und V – Vergleich zwischen Studenten und Zahnärzten. *Dtsch Zahnärztl Z* 56, 460 (2001)
23. Hals, E. , Kvinnsland, I.: Structure of experimental in vitro and in vivo lesions around composite (Addent XV) fillings. *Scand J Dent Res* 82, 517 (1974)
24. Hickel, R., Manhart, J., Garcia-Godoy, F.: Clinical results and new development for direct posterior restorations. *Am J Dent* 13, 41 (2000)
25. Hickel, R.: Moderne Füllungswerkstoffe. *Dtsch Zahnärztl Z* 52, 527 (1997)

26. Hildebrand, H.C., Schriever, A., Heidemann, D.: Randverhalten von zervikal-  
kalen Füllungen mit Ketac Fil<sup>®</sup> und Dyract<sup>®</sup> an Permanentes und Decidui  
in vitro. Dtsch Zahnärztl Z 50, 787 (1995)
27. Joynt, R. B., Wieczkowski, G., Klockowski, R., Davis, E. L.: Effects of  
composite restorations on resistance to cuspal fracture in posterior teeth,  
J Prosthet Dent 57, 431 (1987)
28. Keller, G., Ernst, C.P., Willerhausen-Zönnchen, B.: Toxizität von Kompo-  
siten und Kompomeren. ZMK 12, 6 (1996)
29. Kidd, E.A.M., Toffenetti, F., Mjör, I.A.: Secondary caries. Int Dent J 42,  
122 (1992)
30. Kidd, E.A.M.: Diagnosis of secondary caries. J Dent Educ 65, 997 (2001)
31. Kidd, E.A.M., Beighton, D.: Prediction of secondary caries around tooth-  
colored restorations: A clinical and microbiological study. J Dent Res 75,  
1942 (1996)
32. Kidd, E.A.M., O'Hara, J.W.: The caries status of occlusal Amalgam resto-  
rations with marginal defects. J Dent Res 69, 1275 (1990)
33. Kidd, E.A., Toffenetti, F., Mjör, I.A.: Secondary caries. Int Dent J 42, 122  
(1992)
34. Klausner, L.H., Green, T.G., Charbeneau, G.T.: Placement and replace-  
ment of amalgam restorations: a challenge for the profession, Oper Dent  
12, 105 (1987)

35. Klimek, J., Ganß, C., Alffen, T.: Kariesbefall, Restaurationsarten und Fissurenversiegelungen bei deutschen Rekruten in den Jahren 1992 und 1996. Dtsch Zahnärztl Z 54, 317 (1999)
36. Klimm, W., Buchmann, G.: Der Füllungsrandspalt an Zähnen. Med Akt 16, 364 (1990)
37. Krejci, I., Reich, Th., Lutz, F., Albertoni, M.: In-vitro-Testverfahren zur Evaluation dentaler Restaurationssysteme. 1. Computergesteuerter Kau-simulator. Schweiz Monatsschr Zahnmed 100, 127 (1990)
38. Krejci, I., Lutz, F., Loher, C. E.: Quantitative in vivo evaluation of four restorative concepts for mixed class IV restorations. Quintessence Int 22, 455 (1991)
39. Krejci, I., Besek, M., Lutz, F.: Feinpartikel-Hybridkomposite in Seitenzähnen. Phillip J 12, 89 (1995)
40. Krejci, I., Sparr, D., Lutz, F.: A three sided light curing technique for conventional class II composite resin restorations. Quintessence Int 18, 33 (1987)
41. Landis, J. R., Koch, G. G.: The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 33, 159 (1977)
42. Leinfelder, K. F.: Posterior composite resins: the materials and their clinical performance. J Am Dent Assoc 126, 663 (1995)
43. Leinfelder, K.F.: Clinical evaluation of Heliomolar RO. Five year evaluation. Industrial report (1991)

44. Lovell, L. G., Newman, S.M., Bowman, C. N.: The effect of light intensity, temperature and comonomer composition on the polymerization behavior of dimethacrylate dental resins. J Dent Res 78, 1469 (1999)
45. Lussi, A.: Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. Caries Res 25, 296 (1991)
46. Lutz, F., Krecji, I., Frischknecht, A.: Lichtpolymerisation. Grundlagen und Praxistips für die korrekte Anwendung. Schweiz Monatsschr Zahnmed 102, 103 (1992)
47. Mehl, A., Hickel, R., Kunzelmann, K. H.: Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without „softstart-polymerization“. J Dent 25, 321 (1997)
48. Merrett, M.C., Elderton, R.J.: An in vitro study of restorative dental treatment decisions and secondary caries. Br Dent J 157, 128 (1984)
49. Mjör, I.A.: Placement and replacement. Oper Dent 6, 49 (1981)
50. Mjör, I.A., Moorhead, J.E., Dahl, J. E.: Selection of restorative materials in permanent teeth in general dental practice. Acta Odontol Scand 57, 257 (1999)
51. Mjör, I.A., Shen, C., Eliasson, S.T., Richter, S.: Placement and replacement of restorations in general dental practice in Iceland. Oper Dent 27, 117 (2002)
52. Noack, M.J., Treige, B.: Der Therapieentscheid für den Ersatz zahnfarbener Füllungen. Dtsch Zahnärztl Z 49, 10 (1994)

53. Nowak, M., Ketterl, W., Geurtsen, W.: Eine klinische Untersuchung an Amalgamfüllungen unterschiedlicher Liegedauer, Dtsch Zahnärztl Z 39, 732 (1984)
54. Nyvad, B., Fejerskov, O.: Active root surface caries converted into inactive caries as a response to oral hygiene. Scand J Dent Res 94, 281 (1986)
55. Qvist, V., Qvist, J., Mjör, I.A.: Placement and longevity of tooth-colored restorations in Denmark. Acta Odontol Scand 48, 305 (1990)
56. Qvist, V., Thylstrup, A., Mjör, I.A.: Restorative treatment pattern and longevity of resin restorations in Denmark. Acta Odontol Scand 44, 351 (1986)
57. Rasmussen, C.-G., Lundin, S.-A.: Class II restorations in six different posterior composite resins: Five year results. Swed Dent J 19, 173 (1995)
58. Roulet, J.-F.: Zahnfarbene Restaurationen als Amalgam-Alternativen. Dtsch Zahnärztl Z 11, 859 (1994)
59. Ryge, G.: Begutachtung der klinischen Qualität von Zahnfüllungen. Quintessenz 25, 45 (1974)
60. Ryge, G.: Clinical criteria. Int Dent J 30, 347 (1981)
61. Scheibenbogen, A., Manhart, J., Kunzelmann, K.H., Kremers, L., Benz, C., Hickel, R.: One-year clinical evaluation of composite fillings and inlays in posterior teeth. Clin Oral Invest 1, 65 (1997)
62. Schmalz, G.: The biocompatibility of non-amalgam dental filling materials. Eur J Oral Sci 106, 696 (1998)

63. Schuckar, M., Geurtsen, W.: Proximocervical adaptation of Class II-composite restorations after thermocycling: a quantitative and qualitative study. *J Oral Rehabil* 24, 766 (1997)
64. Söderholm, K. J., Antonson, D. E., Fischlschweiger, W.: Correlation between marginal discrepancies at the amalgam/tooth interface and recurrent caries. In: Anusavice, K.J. (Hrsg.): *Quality evaluation of dental restorations*. Quintessence, Chicago, S. 95 (1989)
65. Splieth, C., Bernhardt, O., Heinrich, A., Bernhardt, H., Meyer, G.: Anaerobic microflora under Class I and Class II composite and amalgam restorations. *Quintessence Int* 34, 497 (2003)
66. Stähle, H. J.: Eine Risikoabschätzung bei Kunststoff-Materialien. *Zahnärztl Mitt* 87, 24 (1997)
67. Szep, S., Kessler, B., May, A., Langner, N., Gerhardt, T., Schriever, A., Becker, J., Heidemann, D.: Haftkraft und Randschlussverhalten moderner Dentinhaftvermittlersysteme bei simuliertem Liquordruck in vitro. *Dtsch Zahnärztl Z* 56, 532 (2001)
68. Tveit, A.B., Espelid, I.: Interobserver variations in replacement decisions and diagnosis of caries and crevices. *Int Dent J* 42, 12 (1992)
69. Vanherle, G., Lambrechts, P., Braem, M.: Erfahrungen mit Komposit-Füllungsmaterialien im Seitenzahnbereich. *Dtsch Zahnärztl Z* 44, 664 (1989)
70. Varpio, M., Warfvinge, J., Noren, J. G.: Proximoocclusal composite restorations in primary molars: marginal adaption, bacterial penetration and pulp reactions. *Acta Odontol Scand* 48, 161 (1990)



71. Varpio, M.: Proximooclusal composite restorations in primary molars: a sixyear followup. J Den Child 52, 435 (1985)
72. Wichmann, M.: Werkstoffkundliche und toxikologische Aspekte bei der Verwendung zahnärztlicher Materialien. Zahnärztl Welt 10, 334 (1996)
73. Willems, E.G., Lambrechts, P., Lesaffre, E., Braem, M., Vanherle, G.: Threeyear followup of five posterior composites: SEM study of differential wear. J Dent 21, 79 (1993)
74. Willershausen, B., Ernst, C.-P., Heine, G.: Bewertung der gegenwärtigen Füllungstherapie aus der Sicht niedergelassener Zahnärzte eines Bundeslandes. Dtsch Zahnärztl Z 56, 460 (2001)

## 8 Danksagung

An erster Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. J. Klimek für die Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit herzlich danken.

Mein besonderer Dank gilt Frau PD Dr. C. Ganß für ihre große Hilfsbereitschaft bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse und ihre wertvollen Anregungen und engagierte Beratung.

Großer Dank gilt auch den Zahnärzten, die die Durchführung dieser Untersuchung ermöglicht haben.

Frau B. Meier möchte ich für ihre Hilfe bei den Laborarbeiten danken.

Nicht zuletzt danke ich Frau Dr. H. Bünker für die Motivation, das Korrekturlesen und vieles mehr.

## 9 Lebenslauf

Name:	Marco Rodekirchen
Geburtsdatum:	24.04.1972
Geburtsort:	Paderborn
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Vater:	Hans-Georg Rodekirchen, Studiendirektor
Mutter:	Birgit Rodekirchen, geb. Koch, Lehrerin
Schulbildung:	1978 - 1982 Grundschule Köln-Deutz 1982 - 1989 Gesamtschule Köln-Holweide 1989 - 1990 Highschool, Jacksonville, Fl 1990 - 1992 Gesamtschule Köln-Holweide Juni 1992 Allgemeine Hochschulreife
Außerberufliche Weiterbildung:	Oktober 1992 - Januar 1994 Zivildienst mit Ausbildung zum Rettungsassistenten
Hochschulausbildung:	April 1994 Beginn des Studiums der Zahn- heilkunde an der Justus-Liebig-Universität in Gießen Januar 1997 Naturwissenschaftliche Vor- prüfung März 1999 Zahnärztliche Vorprüfung Dezember 2001 Zahnärztliche Prüfung
Berufliche Tätigkeit:	Januar – August 2002 Weiterbildungsassis- tent Oralchirurgie, Poliklinik für Mund-, Kie- fer- und Gesichtschirurgie des Medizini- schen Zentrums für ZMK der Justus-Liebig- Universität Gießen seit August 2002 Weiterbildungsassistent Oralchirurgie, Praxis Dr. Dr. Georg Michael Henrich, Bad Homburg

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbstständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“